

Trabajo Fin de Grado

Mejora y transferencia de la instrucción de tiro
en simuladores

Autor

Mario Herencia Rivero

Director/es

Director académico: Luis Ángel Medrano Adán
Director militar: José Ángel Lorenzo Diestre

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar
2016

Resumen

En esta memoria se elabora un programa de tiro que mejora las capacidades de las unidades mediante el uso combinado de simuladores en la instrucción de tiro. Más concretamente, el programa de tiro propuesto combina el uso de los simuladores NOPTEL y VICTRIX con la instrucción con carabina de aire comprimido y el tiro de grueso calibre.

Para evaluar la eficacia del sistema de tiro propuesto, se realiza un análisis estadístico de los resultados en pruebas de tiro de dos grupos de estudio: uno que realiza la instrucción habitual con su sección orgánica y otro que realiza el programa de tiro propuesto en este TFG. La principal conclusión que obtenemos es que el programa propuesto es significativamente mejor.

Abstract

This project develops a program that enhances the capabilities of the units by the combined use of simulators in the shooting instruction. The shooting program combines the use of the NOPTEL and VICTRIX simulators with the instruction with air rifle and with real bullets training.

To evaluate the effectiveness of the proposed shooting system, we statistically analyse the results of two groups: one that performs instruction with its organic platoon and another that performs the shooting program proposed in this project. Our main conclusion is that the proposed program is significantly better.

ÍNDICE

1.	Introducción, objetivos y alcance	1
2.	Metodología.....	1
3.	Estado de arte.....	2
4.	Entrevistas a expertos	4
5.	Análisis de los medios empleados	6
5.1	Simulador NOPTTEL	6
5.2	Simulador VICTRIX	8
5.3	Galería de tiro neumático	9
6.	Programas de tiro.....	9
6.1	Programa de tiro A	9
6.2	Programa de tiro B.....	10
7.	Criterios de evaluación, selección de la población en estudio y test de tiro.....	11
7.1	Test de tiro	11
7.2	Criterios de evaluación	12
7.3	Muestras en estudio	13
8.	Análisis estadístico de las pruebas de tiro	14
8.1	Estadísticos descriptivos e intervalos de confianza	14
8.2	Contrastes de diferenciación de medias.....	17
8.3	Análisis de los coeficientes de correlación.....	18
8.4	Análisis de regresión.	19
9.	Conclusiones.....	22
10.	Bibliografía.....	24
11.	Lista de Tablas y Figuras.....	25
Anexos		26
Anexo A.	Imágenes de los medios empleados.	26
Anexo B:	Ejercicios plan de tiro A.....	29
Anexo C.	Dossier de tiro.	32
Anexo D.	Diagrama de Gantt.	39
Anexo E.	Sesiones del plan de tiro B.	40
Anexo F.	Diario de Tests de tiro y Sesiones.....	50
Anexo G.	Imágenes del proyecto.	52
Anexo H.	Plantilla de agrupación.....	53
Anexo I.	Personal en estudio y Test Inicial.	54
Anexo J.	Contraste sobre diferencias de medias iniciales.	55
Anexo K.	Resultados obtenidos.....	56
Anexo L.	Análisis estadístico.	59

1. Introducción, objetivos y alcance

La siguiente memoria presenta los resultados del Trabajo de Fin de Grado de Ingeniería de Organización Industrial, impartido por el Centro Universitario de la Defensa en la Academia General Militar de Zaragoza.

Este trabajo se ha realizado durante las prácticas externas realizadas en la 1ª Compañía de la X Bandera de la Legión “Millán Astray”, en Ronda, provincia de Málaga.

Objetivos

El objetivo principal es elaborar un programa integral de tiro que mejore las capacidades de las unidades mediante el uso de simuladores. Dicho programa combinará ejercicios de tiro real, ejercicios llevados a cabo en el simulador NOPTEL con carabina de aire, ejercicios en galería de tiro neumático con carabina y ejercicios en el simulador VICTRIX con fusil HK.

Además, para evaluar la eficacia del programa de tiro propuesto se compararan los resultados en un test de tiro real de dos grupos de soldados: uno instruido según un programa de tiro común en el Ejército de Tierra y otro instruido según el programa desarrollado en este trabajo.

Alcance

Con este proyecto se pretende crear un estudio relevante para cambiar el sistema de instrucción de tiro en el Ejército de Tierra, mejorando el que actualmente se utiliza y optimizando el uso de simuladores y galerías de tiro neumático.

No es el objetivo de este trabajo crear un curso de tiro para los nuevos incorporados al Ejército de Tierra, sino tratar de demostrar que un uso más eficaz y eficiente de los medios de los que disponemos es posible, pudiendo el programa de tiro que se expone ser un punto de partida para la creación de una fase de instrucción de tiro con mejores resultados que los actuales.

2. Metodología

Se ha llevado a cabo el estudio del plan de tiro mediante diferentes métodos.

Métodos cualitativos

- Estudio de estado del arte: buscando y analizando la información disponible sobre los diferentes medios que se van a utilizar para la instrucción de tiro en el programa.
- Entrevistas a expertos: realizadas a instructores de tiro y personal militar con amplios conocimientos en el campo de la planificación y la instrucción, que han sido de gran ayuda para la creación del programa de tiro.

Métodos cuantitativos

- Métodos estadísticos: tales como estadísticos descriptivos, intervalos de confianza, estudios de correlación, contrastes de diferencias de medias y análisis de regresión. Todos ellos usados en el análisis de los resultados obtenidos durante el programa de tiro.

3. Estado de arte

En este apartado se va a explicar el método de instrucción de tiro en las unidades en la actualidad, en qué puntos importantes se basa y como está estructurada.

Existe una programación anual que se traduce en el plan de instrucción y adiestramiento de la unidad [1]. Este debe ser flexible y adaptarse a la situación dependiendo de las misiones asignadas, los recursos económicos o el nivel actual de adiestramiento de la unidad. En periodos concretos del año, se lleva a cabo la programación derivada de la anual (semestral, trimestral o mensual), en la que se marcarán las directrices más específicas de la unidad (necesidad de mejorar la unidad en combate en zonas urbanizadas por ejemplo). Finalmente la programación semanal, a nivel batallón y compañía, tiene como finalidad detallar las actividades a realizar.

Los batallones pueden emplear dos métodos de instrucción de tiro: el método de instrucción y adiestramiento por fases o el método de adiestramiento multiescalón. En el primero, se comienza con tareas relativamente sencillas y que requieren pocos apoyos del batallón y, más adelante, se va ir incrementando progresivamente el grado de dificultad y realismo, hasta llegar al nivel esperado en el combate. Cuando existen limitaciones de tiempo y/o de recursos, que no permiten desarrollar programas secuenciales de instrucción en los que cada escalón se adiestra de manera sucesiva, se emplea el método de adiestramiento multiescalón. Con este método todas las unidades del mismo nivel se adiestran de manera simultánea y con idénticos cometidos.

El principal problema de una unidad es que dispone de personal muy experimentado junto con otro nuevo sin amplios conocimientos. Sí partimos de que realizar un plan de instrucción individualizado a cada persona es inviable (puesto que el fin último es adiestrarse como una única entidad [2]), lo que se suele realizar son actividades de formación rápidas para lograr que el nuevo incorporado adquiera los conocimientos en un breve periodo de tiempo. Finalmente lo que se obtiene es una mala base desde la que partir y, los conocimientos y técnicas más complejas no se adquieren de forma óptima.

Otro problema que surge es que para una unidad es muy difícil mantener unos ciclos de formación estables. Puesto que se encuentra continuamente inmersa en diferentes tareas (importantes también), pero que rompen los ciclos de la unidad. Actividades como periodos de desfiles, vacaciones, misiones internacionales o competiciones deportivas, que hacen que en muy pocos periodos del año la unidad pueda adiestrarse en conjunto.

La instrucción de tiro se aplica en distintas fases de formación [3]. Estas comienzan en el mismo momento que se le entrega el fusil al soldado.

La instrucción inicial de las normas de seguridad con las armas, consiste en mentalizar al soldado en las medidas que deberá adoptar a lo largo de su vida militar.

La instrucción técnica por otro lado es aquella que aporta a los tiradores un conocimiento detallado del arma, en conjunto con las nociones elementales de la teoría del tiro.

La instrucción preparatoria del tiro consiste en introducir sesiones para entrenar el tiro real (incidiendo de nuevo en las normas de seguridad), se debe enseñar a como efectuar la puntería, a solventar interrupciones, las órdenes y actitud que existen en una línea de tiro y a dominar las distintas posiciones de tiro. Todo esto realizando prácticas de tiro en vacío (sin munición en el arma) o usando munición de fogueo.

Finalmente se debe llevar a cabo la ejecución de los **ejercicios de tiro** recogidos en las fichas. Dichos ejercicios se utilizarán tanto para las prácticas en vacío como para la ejecución de maniobras en el campo de tiro. Profundizando de forma simultánea en los contenidos técnicos de la teoría del tiro y el conocimiento del arma.

Las fichas de tiro están estructuradas según las distintas modalidades de tiro con las que el combatiente puede encontrarse: precisión, tiro de combate, instintivo y nocturno; además de marcar los ejercicios de tiro para la fase de formación [4].

El tiro de formación tiene la finalidad de proporcionar una instrucción básica al alumno, que le permita incorporarse a su unidad conociendo y manejando el arma con seguridad. Se divide por una parte Básica Inicial que comienza sumergiendo al alumno en la práctica del tiro y las medidas de seguridad (Formación General Militar). Y por otro lado la Básica de Combate y Precisión cuyo fin es familiarizar al alumno con el tiro de combate y precisión (Fase de Formación específica).

El tiro de adaptación al arma se realiza para conocer el arma y conseguir agrupamientos progresivamente más reducidos, aprendiendo a su vez a corregir los desvíos.

El tiro de precisión busca conseguir mayor eficacia en el tiro, realizándose sin límite de tiempo y con equipo cómodo y ligero, buscando formar una base estable sobre la que asentar las técnicas de tiro más complejas.

El tiro de combate, trata de aumentar el rendimiento de los disparos en situaciones habituales en combate convencional, reduciendo la distancia de tiro y realizando series rápidas de disparos consecutivos.

El tiro instintivo, con el fin de que el soldado sea capaz de realizar un tiro inmediato a corta distancia, sin utilizar elementos de puntería, primando la rapidez sobre la precisión.

El tiro nocturno, el cual es necesario para que el tirador se instruya en ambiente de poca visibilidad, apoyado en elementos de visión nocturna generalmente.

4. Entrevistas a expertos

Para recabar la información necesaria para realizar el programa en estudio, se han realizado entrevistas de duración variable con carácter abierto a expertos en la instrucción de tiro y simuladores.

La primera se realizó el día 15 de Agosto de 2016, a un Capitán de Infantería, ingeniero y experto en el simulador Victrix. La segunda el día 23 de Agosto del 2016 a un Subteniente instructor de tiro, experto en el simulador NOPTel. La tercera el 13 de Septiembre de 2016 al Cabo tirador selecto de la 1 Compañía de la X Bandera.

La primera entrevista fue dedicada exclusivamente al simulador Victrix. El experto, ingeniero con gran experiencia internacional, explicó que la simulación actual en la instrucción está creciendo de manera exponencial. Cada vez se desarrollan sistemas más realistas, como los que incluyen el movimiento del tirador con gafas de realidad virtual, que aportan al combatiente nuevas capacidades de combate.

La segunda tuvo como tema principal la instrucción de tiro en el Ejército, en su estructura y en los fallos que esta tenía. El entrevistado es instructor de tiro con el curso de tirador selecto y tiene gran experiencia en el campo de la docencia y la enseñanza. De esta entrevista se extrajeron las principales ideas del programa de tiro diseñado, basándose en unos aspectos que se detallan en apartados siguientes.

La tercera fue realizada en la unidad, con el tirador del fusil de precisión de la Compañía. El entrevistado tenía una gran experiencia en el Ejército, habiendo sido desplegado en numerosas ocasiones en el exterior, competido en campeonatos nacionales de tiro de arma larga y actualmente es el encargado de la instrucción de los tiradores de la Compañía.

Gracias a las entrevistas a expertos obtenemos la siguiente información útil. El plan de tiro debe de contener al menos una sesión de explicación de la teoría del tiro. Exponer detalladamente las posiciones y la forma de realizar correctamente un disparo es vital para los tiradores, puesto que a partir de ahí estos se podrán autoevaluar conociendo exactamente donde fallan. Este aspecto es algo que suele omitir o no ser de gran relevancia actualmente, pero según las entrevistas, debe ser el punto de partida del programa.

Antes de realizar tiro real es necesario que el tirador conozca y asimile la teoría explicada. Para ello el realizar una parte del programa con la carabina de aire comprimido como arma en el simulador NOPTel, ayuda a que el tirador entrene de forma individual [5] cada uno de los factores limitantes del tiro. Para poder acabar el programa realizando ejercicios coordinando todos estos aspectos que se mencionarán más adelante.

La carabina será útil para lograr obtener una buena parada debido a que es regulable a la envergadura del tirador. Pero también en contraposición se necesitan menos kilos de presión para accionar el disparador, por lo que el tirador debe tener especial cuidado en la fuerza que ejerce sobre el gatillo para realizar con exactitud los disparos.

Será necesaria una adaptación al HK G-36 E [6] (el fusil de dotación del Ejército), con el cual se desarrollará la prueba de tiro final. Para ello es importante el uso del simulador NOPTEL y posteriormente el simulador VICTRIX con este arma, para que los tiradores tengan una adaptación progresiva.

La parte más importante a evaluar será la agrupación [7] (más que la puntuación o el tiempo). Ya que el visor del fusil puede estar mal homogeneizado¹, esto provoca que los disparos no se dirijan a donde el tirador apunta. Pero sí el tirador siempre logra impactar en la misma zona, consiguiendo una distancia lo más reducida posible entre impactos, se elimina el factor material (provocado por la mala homogeneización del arma) llevando el factor humano a examen. Por otro lado el tiempo se considera una variable menor, puesto que se prioriza realizar un disparo eficaz ante que un disparo rápido.

Existen cuatro tipos de entrenamiento importantes en un tirador [8]: el técnico, el psicológico, el táctico y el físico.

Entrenamiento técnico [9], el más importante, formado por los siguientes factores fundamentales: parada, puntería y control del disparador.

- **Parada:** capacidad de empleo del apoyo y de la relajación de los músculos en una posición, previniendo movimientos no deseados. Está condicionada por la posición del tirador, la sujeción que este realiza sobre el arma y el control de la respiración.
- **Puntería:** exactitud con la que se es capaz de dirigir el arma al punto deseado del objetivo. En ella influyen la toma de miras, condicionada esta a su vez por el encare que el tirador realiza, y la imagen de tiro que se obtiene.
- **Control del disparador:** Coordinación del acto real de disparar en relación con el proceso de parada/puntería y suavidad con la que se libera el disparador. Está caracterizado por la progresividad en el aumento de presión que se ejerce sobre el gatillo y la continuidad con la que se ejerce.

A la hora de la ejecución del tiro, lo que sucede es un proceso paralelo de los factores ya mencionados, los cuales se encuentran en interacción constante unos con otros.

Para la planificación del entrenamiento, es necesario basarse en la pirámide del tiro [10], Figura 1. Donde se observa que el primer factor fundamental a entrenar es la parada. Esta es la base del tiro de precisión y la plataforma sobre la que se asentarán los demás factores.

Sobre la parada se asienta la puntería. Es necesaria una buena parada para tener la posibilidad de apuntar con exactitud.

¹ La óptica del arma y el cañón no se encuentran correctamente alineados.

En lo más alto de la pirámide se encuentra el control del disparador, que es el factor más complicado del tiro: un mal control sin duda destruye una buena puntería y parada.



Figura 1. Pirámide del tiro.

Entrenamiento psicológico está basado en el entrenamiento mental del tirador. El tirador debe controlar el nivel de ansiedad, pulsaciones y la sudoración. Para que la realización del tiro en situación de estrés no sea muy diferente a una situación de entrenamiento.

Entrenamiento táctico el cual se lleva a cabo en los temas de tiro real. Donde el tirador experimenta una sensación similar al combate, con el estrés del momento y la motivación de estar avanzando contra un enemigo.

Entrenamiento físico de dos tipos, físico general aeróbico y específico de la musculación. Estos intervienen en la sujeción y la parada del arma durante la ejecución del disparo. Puesto que el tirador debe soportar el peso del arma durante un tiempo prolongado, mantener el arma parada, llevar una respiración constante y unas pulsaciones bajas durante el tiro.

Las posiciones de tiro en evaluación, han sido seleccionadas específicamente por lo que aportan cada una al proyecto. Según el consejo de los expertos se decidió realizar la posición de tiro en tendido. Esta es la más usada para realizar el tiro de precisión, debido a que la superficie de apoyo del tirador es mayor y por lo tanto más estable. Se añade además la posición de tiro en pie, porque es la que produce mayor fatiga al tirador de precisión y la más inestable de las posturas.

5. Análisis de los medios empleados

Los medios que a continuación se relacionan serán los usados a lo largo de las diferentes fases del programa de tiro en estudio. Todas las figuras que se referencian se encuentran en el **Anexo B**.

5.1 Simulador NOPTEL

A continuación se va a describir el simulador NOPTEL [11], creado por la empresa Teknologiantie 2, en Finlandia.

Este simulador permite que varios tiradores disparen a una misma diana de forma simultánea, gracias a la técnica del prisma (Figura A.2 del **Anexo A**). La unidad óptica se compone de un transceptor en el que un diodo emisor de luz envía un rayo de luz hacia el área de la diana, donde un reflector devuelve la luz que toca su superficie hacia la unidad óptica.

Dicha unidad óptica está conectada al ordenador mediante un puerto USB, el ordenador recibe la información de los disparos y los procesa mediante el software que nos proporciona una unidad de disco del simulador. El equipo del NOPTEL está formado por:

- Unidad óptica ST-2000
- Caja RS o Convertidor USB
- Diana con cinta de reflexión óptica o prisma reflector
- Software NOS4
- Arma
- Pc con sistema operativo Windows Vista, Windows XP o Windows 2000.

Aplicación: gracias a este simulador se pueden mejorar varios aspectos de la técnica del tiro: el resultado, la puntería, el apuntado y el control del disparador.

El Resultado mide la puntuación obtenida de los impactos sobre la diana, puntuando el centro como la mejor marca y la parte externa del blanco como cero puntos.

La Puntería mide el movimiento del arma en los dos segundos previos al disparo y dos décimas de segundo después de este. El programa calcula un área por la cual se ha movido en los últimos instantes y halla a su vez el centro de impactos. La puntuación obtenida es mayor cuanto menor es el área descrita por el arma en la zona de parada, es decir, cuanto menos movimiento ha habido antes de ejecutar el tiro. Después del disparo obliga a que el tirador mantenga el arma apuntada tras disparar, con el fin de controlar el desvío que se provoca al mover el arma mientras el proyectil se encuentra aun recorriendo el largo del ánima.

Apuntado: mide la calidad de la toma de miras durante el disparo.

Control del gatillo: mide el movimiento del arma en el segundo anterior a la ejecución del disparo.

Con estos cuatro indicadores, el software dispone de un método de calificación rápida del tiro mediante un sistema visual de luces indicadoras a modo de semáforo. Tal y como se observa en la Figura A.4 del **Anexo A**, amarilla en este caso. Al sistema le indicaremos la posición en la que el tirador realiza el disparo (de pie, rodilla o tendido) apareciendo la imagen del tirador y el nivel de este (novato, medio o experto) indicándose con uno, dos o tres triángulos amarillos, Figura A.4., pudiendo este sistema endurecerse a medida que los tiradores van progresando en su instrucción.

El simulador es portátil y para su instalación es necesaria una sala diáfana donde ubicarlo. También hay que calibrarlo para alinear el sistema con las miras del arma. Elegiremos para nuestro programa de tiro la carabina de aire comprimido y el fusil de dotación del Ejército, el HK G36-E.

Además del sistema de calificación rápida, tras realizar un disparo podremos ver la repetición del movimiento en tres modos: repetición del disparo, repetición R (t) y repetición XY (t).

Repetición del disparo: donde se dibuja con colores los parámetros valorados por la calificación rápida (resultado, puntería, apuntado y control del gatillo), pudiendo observar con claridad el ejercicio, Figura A.5.

Repetición R (t): muestra el movimiento de disparo como una función de tiempo, dibujando con colores los cuatro parámetros, Figura A.6.

Repetición XY (t): muestra el movimiento dividido en los ejes X e Y en función del tiempo del disparo en segundos, Figura A.7.

Con estos sistemas se puede observar fácilmente donde se encuentra el error en la realización del disparo y se puede actuar para corregirlo de forma efectiva y sencilla.

5.2 Simulador VICTRIX

El simulador VICTRIX desarrollado por la empresa INDRA [12] es un simulador de tiro de armas ligeras e individuales [13] en el que pueden realizarse una amplia gama de ejercicios de tiro, desde los más elementales de instrucción hasta los de precisión y combate, en un ambiente táctico simulado.

Emplea un láser para la simulación del impacto en los blancos proyectados y utiliza CO₂ para alimentar el dispositivo de recuperación del cierre, a fin de dar mayor realismo al disparo. Dispone de un sistema de generación de sonido ambiente y de capacidad de instruir el tiro nocturno, mediante el uso de dispositivos de visión nocturna.

El simulador se instala en una sala diáfana de (7x6,5x3 m) y está compuesto de [14]:

- Sistema de simulación del arma: se instala sustituyendo el cañón, el muelle recuperador y el cargador del arma original, por otras que incorporan los sistemas que el simulador necesita para recabar la información de cada disparo. (Figura A.8)
- Sistema de detección de disparos: compuesto por cuatro cámaras digitales que capturan las emisiones del láser sobre la pantalla, con una precisión de 6,2 mm por píxel.
- Puesto de carga de CO₂: donde se recargan los cargadores del fusil y la pistola tras un ejercicio de tiro. Figura A.9.
- Armario bastidor de equipos: en él se alojan los ordenadores y equipo electrónico necesario para la alimentación eléctrica, sonido, simulación, control y almacenamiento de datos, Figura A.10.
- Puesto de control del instructor: desde donde el instructor de tiro organiza los ejercicios que se van a realizar, así como la evaluación del tiro o la solución de averías, Figura A.11.
- Sistema de proyección: formado por dos proyectores a la pantalla, Figura A.12.

Aplicación: el uso de este simulador en el programa de tiro es útil para la instrucción de los tiradores, pues no modifica la ergonomía del arma. Usa aire comprimido para simular el retroceso del arma y de este modo contribuir al realismo y además reducir los costes de ejecución al mínimo. Por otro lado, se pueden realizar gran variedad de ejercicios en diversos escenarios, con ambientes de todo tipo y con varios modelos de blancos, Figura A.13.

Este simulador nos permite obtener una evaluación de los ejercicios de tiro de cada individuo. Lo que a la hora de corregir errores y mejorar los resultados es muy útil, pues al acabar un ejercicio cada tirador de manera individual, puede observar la agrupación de sus impactos rápidamente. Para volver a realizar el ejercicio tratando de controlar sus fallos en la técnica del tiro.

Finalmente, este simulador nos aporta una adaptación al arma muy similar al fuego real, pero sin el gasto que implica un ejercicio de tiro convencional, por lo que es óptimo para incluirlo en las fases finales del plan de instrucción de tiro.

5.2 Galería de tiro neumático

La galería de tiro neumático de la unidad, consistía en una sala de 15 metros de largo con una distancia del puesto de tiro al blanco de 10 metros.

Los blancos usados en las prácticas simulaban una distancia de 100 metros de tiro real, se situaban en el soporte de la línea, así mismo dicho blanco disponía de un sistema de aproximación al tirador, lo que facilita el observar el impacto tras cada disparo. Además de poder cambiar el blanco de altura para realizar las diferentes posiciones, Figuras A.14 y A.15.

Las carabinas con las que se realizan los ejercicios son de tiro de competición, ajustables en presión del disparador y a la medida del tirador, Figura A.16.

6. Programas de tiro

Antes de comenzar con el programa de tiro se realizará un test inicial de evaluación. Al finalizar la instrucción planificada se efectuará la misma prueba de tiro para poder contrastar ambos resultados. Dichas pruebas están detalladas en el apartado 7.1.

6.1 Programa de tiro A

El pelotón que lo llevó a cabo, lo hizo inmerso en el programa de instrucción anual de su Unidad. Al existir en la Compañía personal de nueva incorporación, la programación incluyó fases de instrucción preparatoria para el tiro y de instrucción técnica. Todo esto de forma paralela a ejercicios de tiro de precisión, combate e instintivo, dichos ejercicios se encuentran en el **Anexo B**. En cuanto a la simulación, el único medio utilizado fue el simulador VICTRIX, para instruir al pelotón en tiro de combate, realizando ejercicios de avance por avenidas y combate en edificios.

Los ejercicios realizados son convencionales y estandarizados para todo el Ejército pero lógicamente cabe cierta flexibilidad a la hora de realizarlos, dependiendo del jefe de la línea de tiro, y de la pericia de los tiradores que se instruyen.

Como se puede observar en las fichas de tiro, los ejercicios realizados comienzan desde un nivel muy básico hasta métodos más avanzados de tiro, entremezclando el tiro de precisión (evaluado en las pruebas de tiro) y el tiro de combate e instintivo de forma paralela, sin realizar ciclos de cada tipo de tiro.

6.2 Programa de tiro B

A continuación se detallarán las fases del plan de tiro desarrollado en este proyecto.

- Sesión teórica: una sesión con la explicación de la técnica del tiro y del programa de tiro que se va a llevar a cabo con el fin de mentalizar al pelotón en poner el máximo interés en el programa. Para apoyar la mejora del grupo se les proveerá de un dossier de tiro con las técnicas correctas para su propio uso y estudio individual (**Anexo C**).
- Tiro en simulador NOPTTEL con carabina: dos sesiones, con el fin de aprovechar la poca presión que necesita el disparador del arma. Buscando que los tiradores descubran sus fallos (gracias al sistema de evaluación rápida) y logren dominar la parada, la puntería y el control del disparador de forma simultánea.
- Tiro con carabina: una sesión en la galería de tiro neumático, para que el tirador practique las posiciones de tiro y sea capaz de realizar buenos ejercicios de tiro sin estar apoyado en la ayuda del simulador.
- Tiro en simulador NOPTTEL con HK G36-E: dos sesiones, buscando una adaptación al arma, con la nueva presión del disparador, de nuevo usando el simulador NOPTTEL para corregir los fallos en los factores fundamentales del tiro.
- Tiro en simulador VICTRIX: dos sesiones, donde se realizará una transferencia al tiro real, sin necesidad de incurrir en gastos de munición y transporte, realizando instrucción enfocada a los resultados del test final.
- Tiro Real: dos sesiones finales para que el tirador tome las sensaciones del campo de tiro y de la instrucción real.

- En el **Anexo D** se encuentra la programación del plan de tiro mediante un diagrama de Gantt, mostrando cada fase de las anteriormente mencionadas.

6.2.1 Sesiones de tiro del Programa B

Las 10 sesiones realizadas, estaban basadas en la información obtenida de las entrevistas a expertos, con ejercicios en cierta manera diferentes a los que se realizan comúnmente, pero con gran importancia en el plan.

Por ejemplo, el realizar una pequeña competición entre los tiradores de la línea servía para incluir el factor psicológico en el entrenamiento. Gracias a la presión que sentían al realizar la serie de disparos ante sus compañeros. También el realizar ejercicios de dibujar formas con el disparo en el simulador NOPTTEL, obligaba al grupo a perfeccionar su parada y a ser capaz de mover el arma sin que la posición se desestabilizase. Los ejercicios de efectuar el disparo a la voz del jefe de línea tras una cuenta atrás provocaba que los tiradores tuviesen que sincronizar su respiración y mantener la parada durante un tiempo prolongado [15]. Con el mismo simulador, he considerado muy importante aislar los semáforos de calificación (como se muestra en las fichas de las sesiones). El hacer que el tirador se centrara en conseguir una buena puntuación solo en una parte de la calificación, hacía que con la progresión fuesen capaces de dominar dicho aspecto sin esfuerzo.

El realizar un pequeño descanso a la mitad de la sesión aportaba a los tiradores la posibilidad de poder relajar su musculatura y bajar pulsaciones [16], puesto que el tiro de precisión, sobre todo en la posición de tiro en pie, provoca mucha fatiga mental y física.

Los Juicios críticos realizados al final de la sesión eran una parte vital de la sesión [17]. Al comparar las visiones de cada tirador, el grupo avanzaba de forma conjunta. Esto formaba parte del entrenamiento psicológico.

El aspecto más importante de este plan de tiro es la progresividad [18], adaptada al uso de los diferentes simuladores. Con las sesiones en NOPTTEL los tiradores lograban controlar perfectamente la presión que ejercían sobre el disparador, además de conseguir una parada estable. Estaban aconsejados por el propio programa, que les indicaba exactamente en qué momento del disparo perdían la forma. Al adaptarse de forma progresiva al arma, se conseguía que los tiradores pudiesen realizar una transferencia de una buena técnica con una base estable a su fusil de dotación.

El **Anexo E** explica detalladamente cada una de las 10 sesiones a realizar en el plan de tiro. El diario de las pruebas de tiro y de todas las sesiones se encuentra brevemente redactado en el **Anexo F**. En el **Anexo G** se muestran unas imágenes de tiradores realizando ejercicios de tiro y blancos de dichos ejercicios.

7. Criterios de evaluación, selección de la población en estudio y test de tiro

A continuación se detallan las variables evaluables en los exámenes de tiro, la forma de selección de la población para formar los grupos finales y los exámenes de tiro realizados.

7.1 Test de tiro

En el **Anexo I**, se muestra el ejercicio de tiro que se va a realizar al principio y al final del programa de tiro para comprobar la mejora obtenida.

7.2 Criterios de evaluación

Los datos que se recogerán tras la realización de los ejercicios pertinentes será la siguiente:

- **Agrupación:** es la cantidad de impactos que se agrupan dentro de unas circunferencias concéntricas (“A”, “B” y “C”), situando el centro de impactos en el centro de la plantilla de agrupación (véase **Anexo H**) y calculando una cifra total con la siguiente formula:

$$Agrupación = (K * x) + (Q * y) + (J * z)$$

Siendo $K = 3$, $Q = 2$, $J = 1$, X = impactos en circunferencia A, Y = impactos en circunferencia B, Z = impactos en circunferencia C.

Las plantillas del **Anexo H**, tienen diferentes tamaños, siendo mayores las circunferencias A y B en la posición de tiro en pie, puesto que esta posición es más inestable que la de tendido, y por lo tanto se debe disponer de dos criterios diferentes para evaluar la agrupación obtenida. Este método es el usado de forma habitual en el Ejército para puntuar los tiros y anotarlos en la libreta de tiro de cada individuo, midiendo la agrupación en cada blanco con la plantilla impresa en hojas de papel transparente.

- **Puntuación:** siendo el total de la suma de los puntos obtenidos con cada impacto en la diana, puntuando con 10 puntos el centro de esta y 1 punto la zona más alejada (hasta 50 cm), los impactos fuera de esa zona no puntúan. Las zonas de la diana se pueden observar en el **Anexo H**.
- **Tiempo:** los segundos totales que necesita el tirador para realizar la totalidad de sus disparos.

Para facilitar la comprensión de este método, se expone el siguiente ejemplo, tomando como dato el ejercicio de tiro en tendido inicial del tirador 1:

En la Figura 2, se observan los impactos con cruces amarillas, se sitúa la plantilla buscando abarcar el mayor número de impactos en A.

Obtenemos la agrupación usando la función ya mencionada que finalmente nos da 21 puntos $((3 \times 4) + (2 \times 3) + (1 \times 3))$. Para la puntuación es simplemente sumar los números de cada circunferencia, se obtienen 62 puntos. El tiempo como ya se ha mencionado es la cantidad de segundos que tarda en realizar los diez disparos.

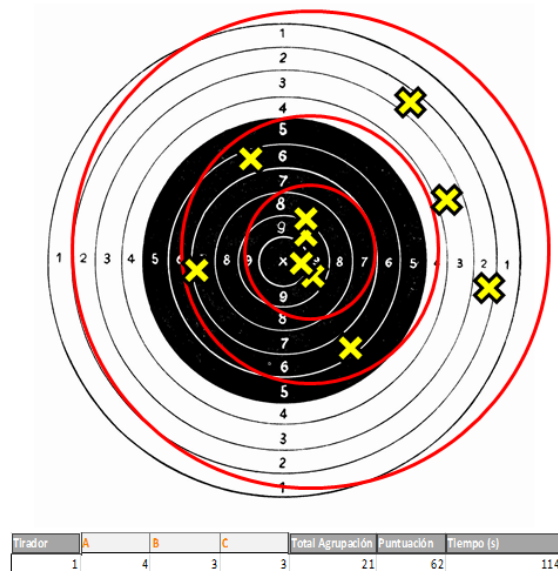


Figura 1. Ejemplo tirador 1.

7.3 Muestras en estudio

Tras realizar la prueba inicial, se crearan los grupos de estudio para ambos programas de tiro, para hacerlo de manera homogénea, se dividirá el grupo en dos pelotones, de tal forma que el nivel resultante sea equilibrado. **Anexo I.**

El tirador con mejor resultado en agrupación trabajará con el Plan A, el segundo mejor tirador lo hará con el plan B, y así sucesivamente hasta completar ambos pelotones en estudio.

Según este criterio, se han creado dos grupos diferenciados:

- **Grupo A:** formado por 10 integrantes que realizarán los ejercicios de instrucción de tiro programados en la planificación anual de su Unidad. Los tiradores de este grupo son los identificados como 1, 3, 4, 7, 9, 10, 13, 15, 17 y 19; y sus respectivos datos se encuentran en el **Anexo I.**
- **Grupo B:** formado por 10 integrantes que realizarán los ejercicio tiro marcados en el plan de tiro B, en estudio en este proyecto. Los tiradores de este grupo son los identificados como 2, 5, 6, 8, 11, 12, 14, 16, 18 y 20; y sus respectivos datos se encuentran en el **Anexo I.**

Para comprobar que ambos grupos en estudio son homogéneos con esta repartición, se muestra la siguiente tabla:

Tabla 1. División de grupos A y B

		Test inicial de tiro				
		Antigüedad	Edad	Agrupación	Puntuación	Tiempo
Grupo A	Media	8,8	30	20,1	45,2	140,8
	Sigma	2,860	2,40	2,234	13,390	34,49
	Max	13	34	24	70	203
	Min	5	26	17	28	98
	Coef Asim	0,144	-0,2	-0,006	0,558	0,734
	Curtosis	-1,233	-0,2	-0,389	-0,088	-0,596
	J.V.	0,67	0,12	0,06	0,52	1,05
Grupo B	Media	8,3	30,4	19,8	47,6	147,7
	Sigma	4,270	3,50	2,150	18,548	31,31
	Max	17	35	23	83	193
	Min	4	25	17	27	102
	Coef Asim	1,176	-0,0	-0,265	0,706	0,090
	Curtosis	0,580	-1,2	-1,103	-0,392	-1,613
	J.V.	2,44	0,69	0,62	0,89	1,10
Test Igual. Medias	Est. Contraste	0.308	0.298	0,306	0,332	0,468
	nivel significación	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	Valor critico	2,878	2,878	2,878	2,878	2,878
	Rdo test	No Rechazo	No Rechazo	No Rechazo	No Rechazo	No Rechazo

Se puede observar que para las cinco variables relevantes (Antigüedad, Edad, Agrupación, Puntuación y Tiempo), las medias y las desviaciones típicas (Sigma) son similares. Además, los contrastes de igualdad de medias realizados (con sigmas desconocidas pero iguales y con sigmas desconocidas y diferentes) muestran que no hay diferencias significativas en las medias, con un nivel de confianza del 99%. Esta conclusión se alcanza también al realizar de igualdad de varianzas. Por tanto, podemos afirmar que, en el momento inicial, ambos grupos son homogéneos, *iguales*, desde un punto de vista estadístico. Los resultados completos sobre estadística descriptiva y contraste realizados se muestran en el **Anexo J**.

8. Análisis estadístico de las pruebas de tiro

En el **Anexo K** se muestran las puntuaciones obtenidas en los tests de tiro (inicial y final) realizados por ambos grupos en estudio. Dichos resultados se muestran ya realizada la separación en dos grupos como se mencionó en el apartado 7.3.

Los resultados que se muestran en esta sección están condicionados por el pequeño tamaño de la muestra (20 tiradores), que fue debido a las restricciones de personal que afectaban a la unidad.

8.1 Estadísticos descriptivos e intervalos de confianza

En el **Anexo L**, tabla I.1, se muestran todos los cálculos de estadística descriptiva. Como podemos ver por el estadístico de Jarque-Vera no se rechaza la hipótesis nula de que los datos proceden de variables cuya distribución es Normal (aunque en muestras pequeñas es muy habitual obtener este tipo de resultado).

En la siguiente tabla se resumen los principales estadísticos descriptivos sobre las diferencias de resultados entre los test inicial y final (diferencias positivas indican una mejora en la variable considerada). Estos estadísticos descriptivos ya permiten que se aprecie que las mejoras obtenidas por los tiradores del grupo B en agrupación y puntuación son “mucho” mayores que las obtenidas por los del grupo A, en las dos posiciones de tiro. Sin embargo, las diferencias en los tiempos de realización de las pruebas de tiro de ambos grupos no son “grandes” (ni estadísticamente significativas, como veremos más adelante).

Tabla 2. Estadísticos Descriptivos.

	Tendido					
	Agrupación A	Agrupación B	Puntuación A	Puntuación B	Tiempo A	Tiempo B
Media	1,7	5,5	13,5	32,2	-8,4	-6,3
Sigma	2,312	2,915	10,124	18,268	11,257	19,721
Max	5	9	26	57	6	29
Min	-2	2	-7	6	-24	-36
Coef Asimetría	-0,151	0,084	-0,965	-0,144	0,005	0,672
Curtosis	-1,078	-1,821	0,433	-1,578	-1,308	0,051

	En Pie					
	Agrupación A	Agrupación B	Puntuación A	Puntuación B	Tiempo A	Tiempo B
Media	3,1	6,6	8,6	42,6	-20,5	-15,4
Sigma	2,644	3,169	8,127	14,901	30,870	16,243
Max	7	11	22	65	9	22
Min	-2	1	-2	9	-105	-36
Coef Asimetría	-0,540	-0,431	0,305	-0,940	-2,700	1,196
Curtosis	0,075	-0,881	-1,064	2,751	8,111	2,695

En la siguiente figura (las gráficas de tendido y en pie se encuentran en el **Anexo L**) se puede apreciar de modo gráfico que las mejoras obtenidas por los tiradores con el programa de tiro B son mayores que las obtenidas por aquellos con el programa de tiro A. Sin embargo, se aprecia que el tiempo ha mejorado más en promedio (menos tiempo de ejecución es mejor) en el plan A que en el Plan B, especialmente en la posición de tiro en pie; posiblemente porque los ejercicios que en este plan se incluían estaban caracterizados por movimientos rápidos mientras que en el plan B la mayoría de ejercicios se hacen sin limitación de tiempo. No obstante, como veremos más adelante, las diferencias de tiempo de ambos grupos no son estadísticamente significativas.

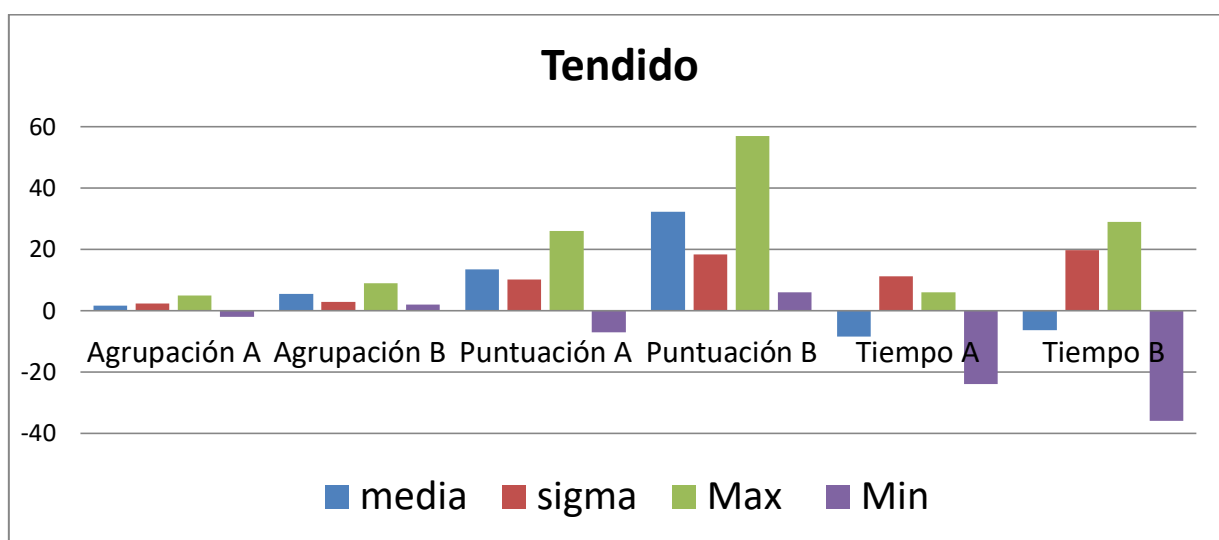


Figura 2. Gráfica comparativa de mejoras en tendido.

En la tabla I.2 del **Anexo L** y en la tabla 3 (mostrada a continuación), se presentan los intervalos de confianza de las diferencias de resultados entre las pruebas de tiro inicial y final. Si el intervalo de confianza incluye el valor 0, entonces no podemos rechazar la hipótesis nula de que la diferencia de resultados no es significativamente distinta de cero. Si nos fijamos en la agrupación y la puntuación, vemos que los dos grupos, A y B, han obtenido mejoras significativas; si bien las del grupo B son más significativas y de más de doble de magnitud. Esto ya nos permitiría concluir que el plan de tiro del grupo B es mejor que el del grupo A.

Observando las columnas de mejora del tiempo, vemos que los resultados son menos claros. Para un nivel de confianza $(1 - \alpha)$ del 95% ($\alpha = 0.05$ es el nivel de significación), el grupo A ha obtenido una reducción de tiempo significativa en las pruebas de tiro en posición tendido, pero no en posición de pie; mientras que para el grupo B ha ocurrido exactamente lo contrario. Y para un nivel de confianza del 99%, ningún grupo, en ninguna posición, ha tenido diferencias de resultados en cuanto a tiempo estadísticamente significativas.

Tabla 3. Contraste de significatividad de medias

	DIFERENCIAS (Xfinal - Xinicial) Tendido			DIFERENCIAS (Xfinal - Xinicial) En Pie		
	Agrupación	Puntuación	Tiempo	Agrupación	Puntuación	Tiempo
Media A	1,7	13,5	-8,4	3,1	8,6	-20,5
I.C.M.	3,04	19,37	-1,87	4,63	13,31	-2,61
90%	0,36	7,63	-14,93	1,57	3,89	-38,39
I.C.M.	3,35	20,74	-0,35	4,99	14,41	1,58
95%	0,05	6,26	-16,45	1,21	2,79	-42,58
I.C.M.	4,08	23,90	3,17	5,82	16,95	11,22
99%	-0,68	3,10	-19,97	0,38	0,25	-52,22
Media B	5,5	32,2	-6,3	6,6	42,6	-15,4
I.C.M.	7,19	42,79	5,13	8,44	51,24	-5,98
90%	3,81	21,61	-17,73	4,76	33,96	-24,82
I.C.M.	7,59	45,27	7,81	8,87	53,26	-3,78
95%	3,41	19,13	-20,41	4,33	31,94	-27,02
I.C.M.	8,50	50,97	13,97	9,86	57,91	1,29
99%	2,50	13,43	-26,57	3,34	27,29	-32,09

8.2 Contrastes de diferenciación de medias.

En la tabla I.5 del Anexo L, de la que mostramos un extracto en la tabla 5 de esta página, se muestran los resultados de los contrastes de diferencias de medias entre grupos. Si nos fijamos en las dos variables más importantes del tiro, agrupación y puntuación, vemos que las medias de las mejoras obtenidas por ambos grupos son significativamente diferentes, no iguales, para un nivel de significación del 5% (nivel de confianza del 95%). Es decir, existen diferencias significativas en las mejoras de los grupos A y B. En cuanto al tiempo, las diferencias medias de ambos grupos no son significativamente diferentes (no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medias), para ninguno de los niveles de significación considerados, 1%, 5% y 10%.

A partir de los resultados anteriores podemos concluir que, si comparamos los planes de tiro A y B, entonces

- El plan B conduce a mejoras significativamente mayores en agrupación y puntuación.
- Dichas mejoras son de más del doble en magnitud.
- Ambos planes producen diferencias similares (y no significativas) en la variable tiempo.
-

En resumen, el plan de tiro B lleva a mejoras estadísticamente significativas e importantes en magnitud.

Tabla 4. Contraste de diferenciación de medias.

	DIFERENCIAS (Xfinal - Xinicial) Tendido			DIFERENCIAS (Xfinal - Xinicial) En Pie		
	Agrupación	Puntuación	Tiempo	Agrupación	Puntuación	Tiempo
var(total)	6,922	218,117	257,806	8,517	144,044	608,383
Grados libertad	18	18	18	18	18	18
Est. Contraste	3,230	2,831	0,292	2,682	6,335	0,462
nivel significación	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Valor critico	2,101	2,101	2,101	2,101	2,101	2,101
Rdo test	Rechazo Ho	Rechazo Ho	No Rechazo	Rechazo Ho	Rechazo Ho	No Rechazo
nivel significación	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Valor critico	2,878	2,878	2,878	2,878	2,878	2,878
Rdo test	Rechazo Ho	No Rechazo	No Rechazo	No Rechazo	Rechazo Ho	No Rechazo
nivel significación	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Valor critico	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734
Rdo test	Rechazo Ho	Rechazo Ho	No Rechazo	Rechazo Ho	Rechazo Ho	No Rechazo

8.3 Análisis de los coeficientes de correlación.

En las tablas I.3, I.4 e I.5 se muestran los coeficientes de correlación lineal entre todas las variables cuantitativas, calculados para cada grupo por separado y para la muestra total de 20 tiradores. Se han marcado en rojo los coeficientes de correlación que son estadísticamente distintos de 0 y positivos y en verde los que son estadísticamente distintos de 0 y negativos. Los primeros (segundos) indican que hay una relación lineal positiva (negativa) y “fuerte” entre las variables, de modo que ambas varían en la misma (opuesta) dirección.

Lo más importante que podemos extraer de estas tablas es que (en general):

- Hay una relación positiva y significativa entre agrupación y puntuación; cuánto más agrupa un tirador, más puntuación obtiene (véase, por ejemplo, el coeficiente de correlación 0.808 entre AgruTen0 y PunTen0, Tabla 6).
- Hay una relación negativa y significativa entre las mejoras en agrupación y puntuación y la puntuación y/o la agrupación del test de tiro inicial; cuánto más agrupa (o puntúa) un tirador en el test inicial, menos mejora después. Los tiradores que mejor lo hacen en el test inicial mejoran menos que los que inicialmente eran “peores” tiradores (el coeficiente de correlación entre “AgruTen0” y “DifAgruTen” es -0,615, y -0,678 para la puntuación). Esto es consistente con las teorías de aprendizaje según las cuales cuánto mejor es alguien en una actividad, más lentamente mejora.
- Hay una relación positiva entre las mejoras en agrupación y puntuación, en las dos posiciones de tiro, tendido y en pie.
- Los que necesitaban más tiempo para realizar sus tiradas, han sido los que más han mejorado en este aspecto (el coeficiente de correlación). Entre “TiemTen0” y “DifTiemTen” es -0,686; el valor es negativo puesto que el tiempo se valora como “mejor resultado cuanto menos tiempo se emplee”).

- Las variables “antigüedad” y “edad” no tiene una relación significativa con ninguna variable relevante; es decir, tiradores con más experiencia en el ejército y/o mayores (en edad) no tienen resultados significativamente diferentes de los menos experimentados y/o más jóvenes. Esto se puede deber a que todos los individuos de la muestra son personas con “bastante” antigüedad (más de 4 años en el ejército).

Tabla 5. Estudio de la correlación

	AgruTen0	PunTen0	TiemTen0	AgruTen1	PunTen1	TiemTen1	DifAgruTen	DifPunTen	DifTiemTen
AgruTen0	1,000								
PunTen0	0,808	1,000							
TiemTen0	0,211	-0,144	1,000						
AgruTen1	0,063	0,259	0,064	1,000					
PunTen1	0,066	0,395	-0,131	0,929	1,000				
TiemTen1	0,330	0,054	0,884	0,237	0,104	1,000			
DifAgruTen	-0,615	-0,332	-0,089	0,748	0,690	-0,032	1,000		
DifPunTen	-0,678	-0,556	0,013	0,604	0,543	0,044	0,928	1,000	
DifTiemTen	0,080	0,380	-0,686	0,236	0,430	-0,266	0,134	0,042	1,000

8.4 Análisis de regresión.

Por último hemos realizado análisis de regresión, cuyos resultados se muestran en las gráficas y las tablas I.7 del **Anexo L**. Para entender lo que estos análisis significan, fijémonos a modo de ejemplo en la ilustración 4 y la tabla 6 siguientes, que muestran el análisis de regresión de la mejora en agrupación en posición tendido (variable explicada) frente al valor de la agrupación en el test inicial (variable explicativa). La variable “grupo” de la tabla 6 es una variable ficticia (vale uno para los individuos del grupo B) que permite analizar si hay diferencias entre grupos.

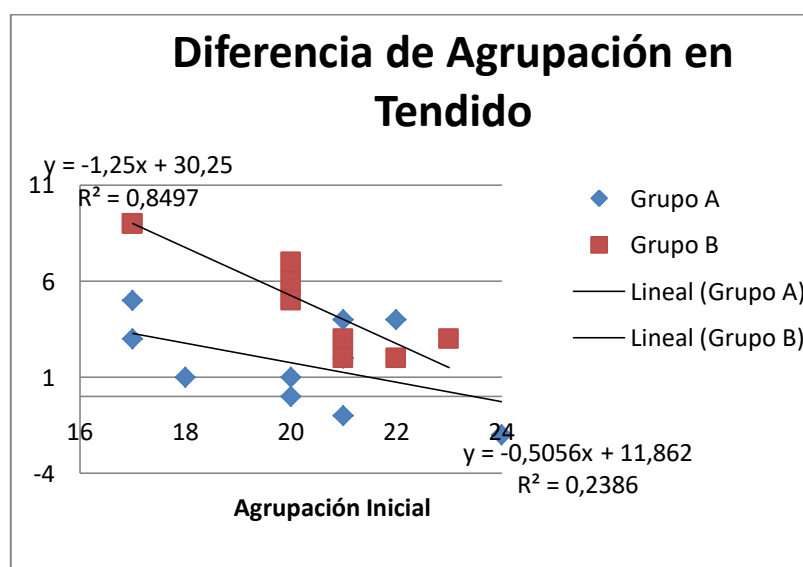


Figura 3. Gráfica de diferencia de agrupación en tendido.

Tabla 6. Regresión múltiple, agrupación.

Dependent Variable: DIFAGRUTEN				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	11.86192	5.231087	2.267581	0.0376
GRUPO	18.38808	7.483981	2.456993	0.0258
AGRUTEN0	-0.505568	0.258819	-1.953366	0.0685
GRUPO*AGRUTEN0	-0.744432	0.373213	-1.994655	0.0634
R-squared	0.755469	Mean dependent var		3.600000
Adjusted R-squared	0.709620	S.D. dependent var		3.218368
S.E. of regression	1.734280	Akaike info criterion		4.115918
Sum squared resid	48.12361	Schwarz criterion		4.315064
Log likelihood	-37.15918	Hannan-Quinn criter.		4.154793
F-statistic	16.47717	Durbin-Watson stat		1.882684
Prob(F-statistic)	0.000038			

La recta de regresión del grupo A (cuya ordenada en el origen es 11.86, ver tabla 6) está por debajo de la del grupo B (cuya ordenada en el origen es $11.86 + 18.39$) y tienen una mayor pendiente en valor absoluto (la diferencia de pendientes es el valor -0.7444 de la tabla 6). Esto implica que

- Para cualquier nivel de habilidad inicial (medido por la agrupación en el test de tiro inicial) los tiradores del grupo B mejoran más en promedio (la recta del grupo B está por encima de la del grupo A).
- Cuanto mayor es la habilidad inicial, menor es la mejora. Esto ocurre para los dos grupos, ya que ambas pendientes son negativas.
- Cuanto mayor es la habilidad inicial, menor es la mejora que se obtiene con el plan de tiro del grupo B. Es decir, los que eran peores al principio obtienen más rendimiento del plan de tiro B, que los que ya eran muy buenos inicialmente. Matemáticamente, la pendiente de la recta del grupo B, -1.25, es mayor en valor absoluto que la del grupo A, -0.506. Gráficamente, la distancia entre las dos rectas se acorta al aumentar la habilidad inicial.

Además, estos tres resultados son estadísticamente significativos (al 90% o al 95%) como puede verse en la parte superior de la última columna de la tabla 6. La diferencia entre grupos, fijándonos en la ordenada en el origen, es significativa a un nivel de confianza del 97% ($1-0.0258$). El efecto de la habilidad inicial en la mejora es negativo en ambos grupos y significativo a más del 90% de nivel de confianza. Y, por último, el efecto de la habilidad es más pronunciado en el grupo B (siendo la diferencia de efecto marginal entre grupos significativa al 93,66% de nivel de confianza).

Para la mejora en puntuación se obtienen unos resultados similares, pero más significativos todavía (las diferencias en las ordenadas en el origen y las pendientes de las rectas de ambos grupos son significativamente diferentes de 0 y diferentes entre sí con un nivel de confianza del 95%, como mínimo). Además, los resultados son similares en las dos posiciones de tiro, como era lógico esperar.

Si analizamos las mejoras en la variable tiempo, ilustración 5, vemos que (gráficamente) la recta de regresión del grupo A está por debajo de la del grupo B (los del plan A mejoran más) y ambas tienen una pendiente similar (el efecto de la habilidad inicial es similar en ambos grupos -y poco importante-). Por otro lado, en la tabla 7 vemos que, al analizar la mejora en tiempo frente al tiempo inicial, no hay una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos, ni en la pendiente ni en la ordenada en el origen, como indican los p-valores 0.3862 y 0.4745.

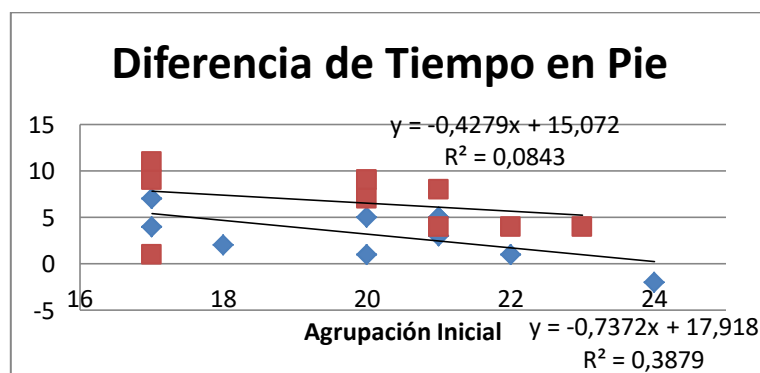


Figura 4. Gráfica de diferencia de tiempo en pie.

Tabla 7. Regresión múltiple, tiempo.

Dependent Variable: DIFTIEMTEN				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	31.58333	16.71988	1.888969	0.0772
GRUPO	22.67700	25.45760	0.890775	0.3862
TIEMTEN0	-0.283973	0.115665	-2.455120	0.0259
GRUPO*TIEMTEN0	-0.126050	0.172090	-0.732465	0.4745
R-squared	0.508234	Mean dependent var		-7.350000
Adjusted R-squared	0.416028	S.D. dependent var		15.66516
S.E. of regression	11.97101	Akaike info criterion		7.979710
Sum squared resid	2292.882	Schwarz criterion		8.178856
Log likelihood	-75.79710	Hannan-Quinn criter.		8.018585
F-statistic	5.511941	Durbin-Watson stat		1.843444
Prob(F-statistic)	0.008559			

También hemos realizado varias regresiones incluyendo la antigüedad, o la edad, como variable explicativa. En todos los casos hallamos que ninguna variable tiene relación significativa con la antigüedad (ni con la edad). La tabla 8 muestra, a modo de ejemplo, los resultados de una de estas regresiones (de la mejora en agrupación frente a la antigüedad). Como vemos, el coeficiente estimado de la variable antigüedad tiene un valor pequeño, 0.057, y no es estadísticamente distinto de 0 (el p-value es 0.6548); de modo que no hay una relación significativa entre la mejora en agrupación y la antigüedad. Como hemos señalado antes, esto se puede deber a que todos los individuos de la muestra son personas con “bastante” antigüedad (más de 4 años en el ejército). Es posible que este resultado cambiase si se hubiese dispuesto de una muestra con mayor variedad de antigüedades.

Tabla 8. Regresión múltiple, antigüedad.

Dependent Variable: DIFAGRUTEN				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
GRUPO	3.567689	0.865342	4.122863	0.0008
AGRUTEN0	-0.869383	0.207422	-4.191377	0.0007
ANTIGU	0.057007	0.125126	0.455597	0.6548
C	18.67294	4.289730	4.352941	0.0005
R-squared	0.698574	Mean dependent var		3.600000
Adjusted R-squared	0.642056	S.D. dependent var		3.218368
S.E. of regression	1.925499	Akaike info criterion		4.325103
Sum squared resid	59.32072	Schwarz criterion		4.524250
Log likelihood	-39.25103	Hannan-Quinn criter.		4.363979
F-statistic	12.36032	Durbin-Watson stat		1.964633
Prob(F-statistic)	0.000195			

Como conclusión de estos análisis, queremos destacar los siguientes resultados (ordenados de más importante a menos):

1. El plan de tiro B es claramente mejor que el plan A, ya que
 - a. produce mejoras significativamente mayores en promedio (en agrupación y puntuación),
 - b. produce mejoras significativamente mayores, para todos los tiradores, sea cual sea su habilidad inicial,
 - c. la magnitud de las mejoras es muy importante, ya que está (en promedio) entre el doble y el triple (los que siguen el plan B mejoran más del doble en promedio que los que siguen el plan A).
2. Hay una relación negativa (y significativa) entre habilidad (medida por la agrupación o la puntuación inicial) y mejora: cuanto mayor es la habilidad inicial, menor es la mejora. Sería especialmente interesante emplear un plan como el B para instruir a tiradores “novatos” y/o “poco hábiles”.
3. Los dos planes de tiro, A y B, producen mejoras significativas en agrupación y puntuación.
4. Las mejoras en la variable tiempo son mucho menores (que las observadas en agrupación y puntuación) y poco o nada significativas.

9. Conclusiones

El plan de tiro B es sin duda más efectivo que la instrucción de tiro orgánica que se imparte en las unidades. Este plan de tiro está totalmente enfocado al tiro de precisión, por lo que no sería viable para una implantación integra. Debido a las necesidades actuales del ejército, envuelto en misiones de combate cercano y de contrainsurgencia.

En cambio sí sería oportuno que las nuevas incorporaciones al Ejército realizasen este plan de tiro de forma más desarrollada, con el fin de adquirir la base necesaria para el tiro de combate.

Las entrevistas a los expertos han sido vitales para la creación de este proyecto, la clave fue realizarlas con preguntas abiertas respecto a los campos de entendimiento de cada experto, puesto que un cuestionario estándar para los tres entrevistados no

tendría sentido, pues la información que se necesitaba era demasiado extensa como para poder condensarla en respuestas cortas. De esta forma el entrevistado explicaba su experiencia en su campo libremente y sin restricciones. Gracias a sus directrices, se ha podido crear este novedoso programa de instrucción de tiro. Para una posible mejora del sistema sería conveniente realizar encuestas a personal cualificado (instructores de tiro, tiradores selectos, o competidores civiles), quienes exponiéndoles el programa creado, seguramente aportasen nuevas medidas a llevar a cabo en un nuevo plan de tiro mejorado.

Respecto a los criterios de evaluación, existen programas y aplicaciones que miden con decimales la puntuación obtenida en un blanco², pero debido a la falta de medios no se ha podido disponer de estos sistemas, aunque para la realización de futuros estudios con mayor población sería lo más óptimo, por su precisión y su comodidad.

Es importante destacar que para que la instrucción de tiro sea efectiva y produzca una mejora duradera, debe ser lo más continua posible. Los tiradores de ambos grupos habían pasado un largo periodo sin realizar ejercicios de fuego real, (debido a vicisitudes propias de la unidad). Debido a esto las puntuaciones de las pruebas iniciales no demuestran un gran nivel de instrucción. En cambio sí se consiguiese seguir el principio de continuidad del tiro, la pérdida de habilidades sería mínima. Por ello es interesante no pasar gran cantidad de tiempo sin realizar instrucción de tiro, pues lo que ahora han ganado con este condensado plan de tiro, se perdería con la falta de práctica.

La realización de este proyecto ha estado sujeta a diferentes cambios de programa, debido a las actividades que tenía la propia unidad, actividades tales como el aniversario del 20 de Septiembre de La Legión, el desfile del 12 de Octubre o las maniobras realizadas, que partían dividián los entrenos constantemente. Finalmente ha sido posible gracias a la entrega del pelotón y a sus ganas de continuar con el entrenamiento hasta fuera del horario laboral, pero si estas personas no hubiesen estado tan implicadas, me habría sido extremadamente difícil completar el calendario del plan con el éxito obtenido.

Al finalizar el programa de tiro, se reunió al grupo B, para comparar las impresiones que habían obtenido. Los tiradores afirmaban que el haber realizado el tiro en el simulador NOPTel les había facilitado el encontrar sus errores en la ejecución de los disparos. Algunos comentaban que aunque parecía que tiraban bien, al ver las gráficas de sus ejercicios en el simulador, demostraban lo contrario; A veces dar en el centro del blanco era a causa del error que cometían al realizar una mala presión en el disparador sumado a que tomaban mal las miras del arma, por lo que el disparo acababa impactando en el centro de la diana sin ser un buen tiro.

El avance progresivo con las diferentes fases era un factor al que daban mucha importancia. En la instrucción real, pasaba la sección completa a la siguiente fase aunque no todos sus soldados hubiesen alcanzado el nivel necesario. En cambio el simulador aportaba cierta instrucción individualizada y hasta que no obtenían un buen resultado no endurecían los ejercicios.

² Por ejemplo *TargetScan ISSF Pistol & Rifle*, creada por PEGI 3.

10. Bibliografía

- [1] MADOC. DIDOM (2005). MA1-001. Manual de los Sistemas de Instrucción, Adiestramiento y Evaluación. Granada.
- [2] MADOC. DIDOM (2006). MA4-104. Sección de Fusiles. Granada.
- [3] MADOC. DIDOM (2006). MI6-001. Tiro con Fusil de Asalto HK-G36 E. Tomo I. Granada.
- [4] MADOC. DIDOM (2006). MI6-001. Tiro con Fusil de Asalto HK-G36 E. Tomo II. Granada.
- [5] División de Operaciones (2000). Norma General 10/00. Simulación para la Enseñanza, la Instrucción y el Adiestramiento. Madrid.
- [6] MADOC. DIDOM (2008). MI6-044. Armamento y Tiro. Generalidades. Granada.
- [7] Estado Mayor del Ejército (1980). Reglamento. Tiro de Armas Individuales. Madrid.
- [8] Escuela de Guerra del Ejército de Tierra. Escuela Central de Educación Física. Guion de Tiro Deportivo (2013). Toledo.
- [9] Academia de Infantería. Departamento de Instrucción y Adiestramiento (2012). Apuntes Tiro de Combate con HK. Toledo.
- [10] Estado Mayor del Ejército (1980). Reglamento. Tiro de Armas Individuales. Madrid.
- [11] NOPTTEL ST-2000. Manual de Usuario NOS 4.2. Finlandia.
- [12] NI_109. Simulador de Tiro armas ligeras INDRA (2009). León.
- [13] MADOC. DIDOM. Simulador de tiro en sala VICTRIX. Granada.
- [14] Manual de Usuario. VICTRIX / Simuladores de Tiro (2015). León.
- [15] MADOC. DIDOM. Entrenador de Tiradores de Precisión (STS). Granada.
- [16] MADOC. DIDOM. (2011). MI4-805. Manual de Instrucción. Equipos Pesados de Tiradores de Precisión de Operaciones Especiales (EPTP OE). Granada.
- [17] Secretaría del Ejército de EE.UU. (2012). Operaciones Especiales, Publicación de la Doctrina del Ejército Núm. 3-05. Washington DC.
- [18] MADOC. DIDOM. (2007). MI6-101. Manual de Instrucción. Equipo de Tiradores de Precisión. Granada.

11. Lista de Tablas y Figuras.

Lista de Tablas

- Tabla 1. División de grupos A y B
- Tabla 2. Estadísticos Descriptivos.
- Tabla 3. Contraste de significatividad de medias
- Tabla 4. Contraste de diferenciación de medias.
- Tabla 5. Estudio de la correlación
- Tabla 6. Regresión múltiple, antigüedad.
- Tabla 7. Regresión múltiple, agrupación.
- Tabla 8. Regresión múltiple, tiempo.

Lista de Figuras

- Figura 1. Pirámide del tiro.
- Figura 2. Ejemplo Tirador 1.
- Figura 3. Gráfica comparativa de Mejoras en Tendido
- Figura 4. Gráfica de diferencia de agrupación en tendido.
- Figura 5. Gráfica de diferencia de tiempo en pie.

Anexos

Anexo A. Imágenes de los medios empleados.

Simulador NOPTEL:

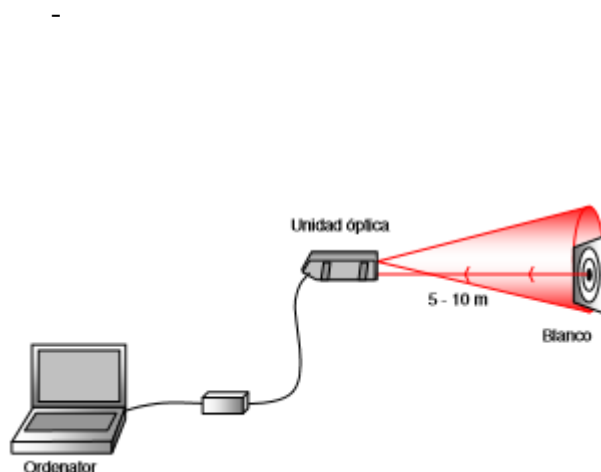


Figura A.1. Equipo NOPTEL.

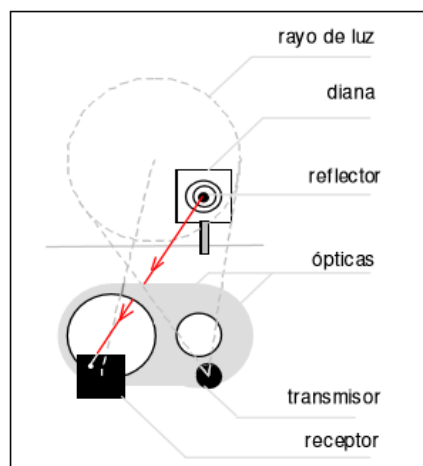


Figura A.2. Principio de medida de aciertos.



Figura A.3. Indicadores del tiro.

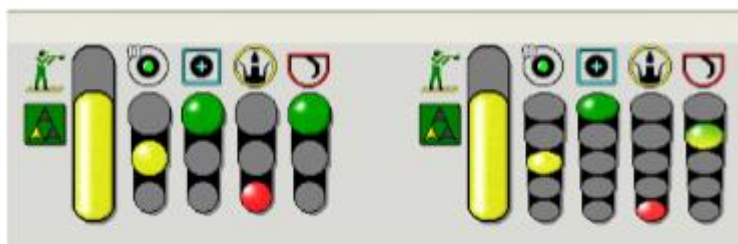


Figura A.4. Semáforo de calificación.



Figura A.5. Repetición XY.

Figura A.6. Repetición R (t).

Figura A.7. Repetición XY (t).

Simulador VICTRIX:



Figura A.8. Fusil y pistola HK modificados.



Figura A.9. Puesto de carga de CO2.

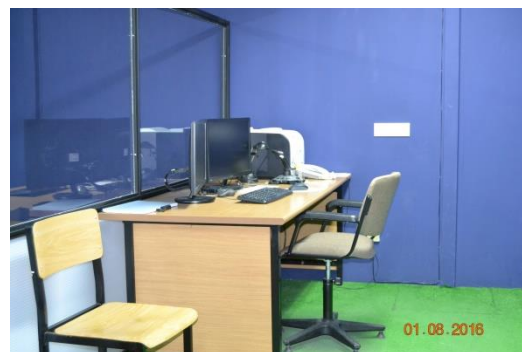


Figura A.10. Armario bastidor de equipos.

Figura A.11. Puesto de control del instructor.



Figura A.12. Sistema de proyección



Figura A.13. Diferentes ambientes del simulador VICTRIX.

Galería de Tiro Neumático:



Figura A.14. Blanco de tiro.



Figura A.15. Blanco en posición tendido y motor de aproximación.



Figura A.16. Carabina de tiro neumático.

Anexo B: Ejercicios plan de tiro A.

Fichas de tiro de instrucción Básica de Precisión y de Combate:

Ejercicio	Distancia	Disparos	Blancos	Tiempo
RODILLA EN TIERRA, TIRO A TIRO SIN DESENCARAR	50 m	5	Siluetas n.º 1	20"
TENDIDO SIN APOYO, TIRO A TIRO SIN DESENCARAR	100 m	5	Siluetas n.º 1	20"
TENDIDO SIN APOYO, TIRO A TIRO SIN DESENCARAR CON CARRERA PREVIA DE 50 METROS	100 m	5	Siluetas n.º 1	45"
TIRO A TIRO MARCHANDO	40/20 m	15	Siluetas n.º 1	No
TENDIDO SIN APOYO, TIRO A TIRO DESENCARANDO	100 m	5	Blanco 1 m	No
RODILLA EN TIERRA, TIRO A TIRO DESENCARANDO	100 m	5	Blanco 1 m	No
TENDIDO SIN APOYO, TIRO A TIRO DESENCARANDO	100 m	5	Blanco 0,5 m	No

Fichas de tiro de instrucción de Precisión:

Ejercicio	Distancia	Disparos	Blancos	Tiempo
TENDIDO DE PRECISIÓN	200 m	5	1 m	
RODILLA EN TIERRA DE PRECISIÓN	100 m	5	1 m	
EN PIE DE PRECISIÓN	100 m	5	1 m	
RODILLA EN TIERRA DE PRECISIÓN	100 m	5	Siluetas n.º 3	
EN PIE DE PRECISIÓN	100 m	5	Siluetas n.º 1	
TENDIDO DE PRECISIÓN	200 m	5	Siluetas n.º 1	
RODILLA EN TIERRA DE PRECISIÓN	200 m	5	1 m	
SENTADO DE PRECISIÓN	100 m	5	1 m	
EN PIE DE PRECISIÓN	200 m	5	1 m	
TENDIDO DE PRECISIÓN	300 m	5	1 m	
RODILLA EN TIERRA DE PRECISIÓN	200 m	5	Siluetas n.º 3	
EN PIE DE PRECISIÓN	200 m	10	Siluetas n.º 2	
SENTADO DE PRECISIÓN	200 m	5	Siluetas n.º 1	
TENDIDO DE PRECISIÓN	300 m	10	Siluetas n.º 2	
RODILLA EN TIERRA DE PRECISIÓN	300 m	10	1 m	
EN PIE DE PRECISIÓN	300 m	10	1 m	
SENTADO DE PRECISIÓN	300 m	10	1 m	
TENDIDO DE PRECISIÓN	300 m	10	Siluetas n.º 3	
RODILLA EN TIERRA DE PRECISIÓN	300 m	10	Siluetas n.º 2	
EN PIE DE PRECISIÓN	300 m	10	Siluetas n.º 1	

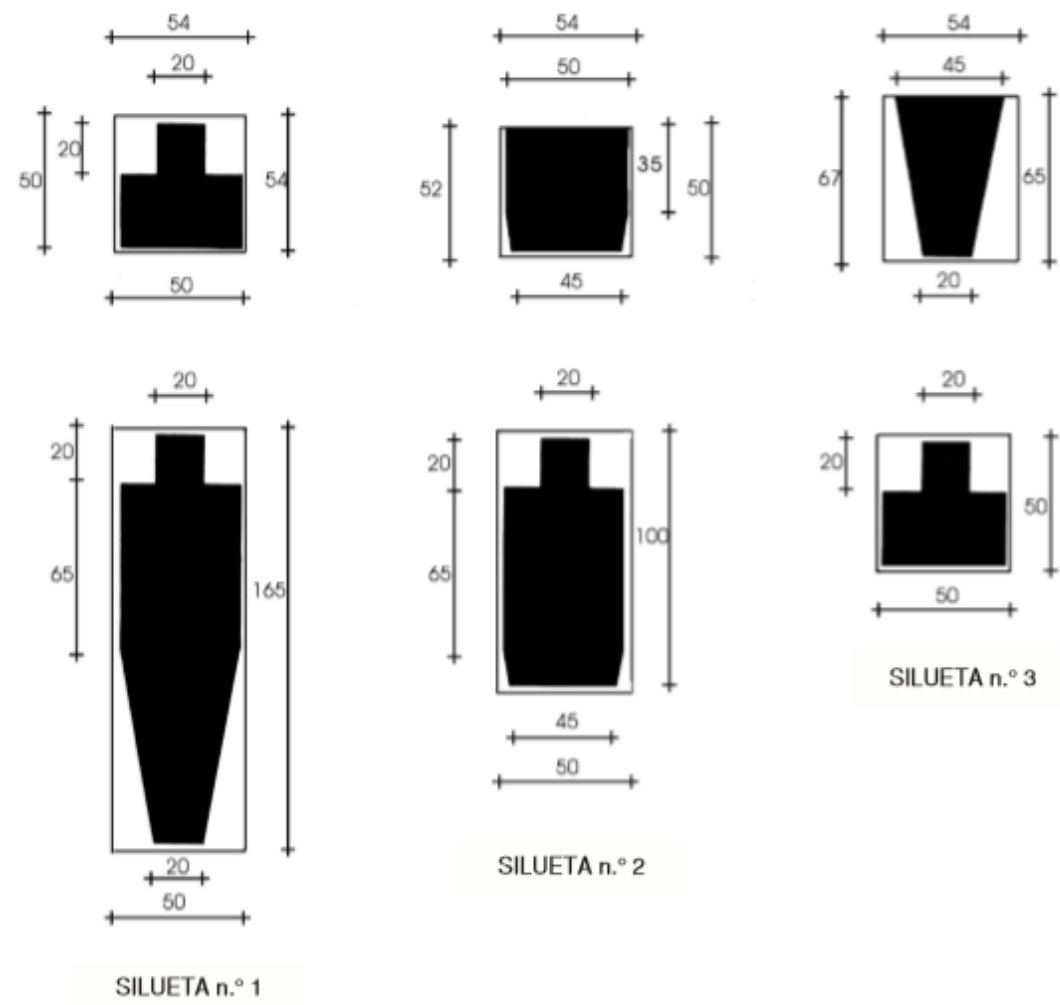
Fichas de tiro de instrucción de Combate:

Ejercicio	Distancia	Disparos	Blancos	Tiempo
TENDIDO DE COMBATE	100 m	5	Silueta n.º 1	25"
RODILLA EN TIERRA DE COMBATE	100 m	5	Silueta n.º 1	25"
EN PIE DE COMBATE	100 m	5	Silueta n.º 1	30"
TENDIDO DE COMBATE	100 m	10	2 siluetas n.º 1	60"
RODILLA EN TIERRA DE COMBATE	100 m	10	2 siluetas n.º 1	60"
EN PIE DE COMBATE	100 m	10	2 siluetas n.º 1	1' 15"
TENDIDO DE COMBATE (con carrera de 25 m)	100 m	5	Silueta n.º 1	45"
RODILLA EN TIERRA DE COMBATE (con carrera de 25 m)	100 m	5	Silueta n.º 1	45"
EN PIE DE COMBATE (con carrera de 25 m)	100 m	5	Silueta n.º 1	50"
TENDIDO DE COMBATE (alza de emergencia)	100 m	5	Silueta n.º 1	25"
RODILLA EN TIERRA DE COMBATE (alza de emergencia)	100 m	5	Silueta n.º 1	25"
EN PIE DE COMBATE (alza de emergencia)	100 m	5	Silueta n.º 1	30"
TENDIDO DE COMBATE	100 m	5	Silueta n.º 2	15"
RODILLA EN TIERRA DE COMBATE	100 m	5	Silueta n.º 2	15"
EN PIE DE COMBATE	100 m	5	Silueta n.º 2	20"
RODILLA EN TIERRA-TENDIDO DE COMBATE	100 m	10	Silueta n.º 2	1' 15"
TENDIDO DE COMBATE (tres cargadores)	100 m	15	Silueta n.º 2	50"
RODILLA EN TIERRA DE COMBATE (tres cargadores)	100 m	15	Silueta n.º 2	50"
EN PIE DE COMBATE (tres cargadores)	100 m	15	Silueta n.º 2	60"

Fichas de tiro Instintivo:

Ejercicio	Distancia	Disparos	Blancos	Tiempo
INSTINTIVO EN PIE (tiro de caza)	10 m	10	Silueta n.º 1	
RODILLA EN TIERRA	10 m	10	Silueta n.º 1	
INSTINTIVO TENDIDO	10 m	10	Silueta n.º 1	
INSTINTIVO EN PIE (tiro de caza)	25 m	10	Silueta n.º 1	
INSTINTIVO EN PIE (tiro de caza)	10 m	10	2 siluetas n.º 1	
RODILLA EN TIERRA	25 m	10	Silueta n.º 1	
INSTINTIVO TENDIDO	25 m	10	Silueta n.º 1	
INSTINTIVO EN PIE (tiro de caza)	25 m	12	3 siluetas n.º 1	
INSTINTIVO EN PIE (tiro de caza, espalda a objetivo inicial)	25 m	10	Silueta n.º 1	
RODILLA EN TIERRA	25 m	12	3 siluetas n.º 1	
INSTINTIVO TENDIDO (cubierta completa inicial)	25 m	10	Silueta n.º 1	
INSTINTIVO EN PIE (marchando)	50/25 m	10	Silueta n.º 1	
TIRO MARCHANDO (sin detenerse)	50/25 m	10	Silueta n.º 1	
INSTINTIVO EN PIE (marchando)	60/25 m	18	3 siluetas n.º 1	
INSTINTIVO TENDIDO	25 m	12	3 siluetas n.º 2	
INSTINTIVO EN PIE (tiro a la cadera)	10 m	10	Silueta n.º 1	Máx. 12"
INSTINTIVO EN PIE (tiro a ráfagas a la cadera)	25 m	15	Silueta n.º 1	Máx. 10"
INSTINTIVO EN PIE (tiro a ráfagas a la cadera)	25 m	15	Silueta n.º 1	Máx. 10"
INSTINTIVO EN PIE (ráfagas, de caza, con movimiento)	50/25 m	15	Silueta n.º 1	Máx. 10"

Siluetas de tiro:



Anexo C. Dossier de tiro.

Puntería

Para apuntar bien un arma hay que poner en línea los cuatro elementos básicos: ojo del tirador, alza, punto de mira y blanco.



Cuando se cierra un ojo, inmediatamente se provoca una variación de presión del párpado sobre el globo del ojo que se mantiene abierto afectando la refracción y por tanto la nitidez de la imagen; y por otra parte como respuesta al guiño del ojo cerrado, se dilata involuntariamente el que permanece abierto. De tal forma que si el tirador desea excluir de la visión al ojo que no apunta, puede utilizar una pantalla adecuada para tal fin, **manteniendo al apuntar ambos ojos abiertos**.

La máxima nitidez de visión, por término medio puede mantenerse durante doce segundos, a partir de los cuales el tirador ya no puede distinguir exactamente si la puntería es o no correcta. Para evitar la fatiga innecesaria de los músculos del ojo, el **tiempo total de apunte no debe exceder de los ocho segundos**.

Se puede decir que al parpadear, el líquido producido por la glándula lacrimal se escurre a lo largo del globo ocular ejerciendo una eficaz acción de limpieza y eliminando cualquier partícula extraña que se hubiera introducido. Si hace frío el parpadeo frecuente calienta el ojo, y si el clima es muy seco o hace viento, lo protege. Al carecer la córnea de vasos sanguíneos, la humedad que proporciona el parpadeo evita la formación de úlceras.

Por todas estas razones la acción del parpadeo resulta muy beneficiosa. El parpadeo hace que todos los músculos de la zona ocular se relajen y por tanto, después de cada puntería, se haya o no efectuado el disparo, **se debe parpadear** suavemente.

Respiración

El ciclo completo respiratorio comprende tres fases: inhalación del aire, expulsión y pausa respiratoria. La duración de este ciclo en una persona normal, es de cuatro a cinco segundos y durante la pausa queda retenida una cierta cantidad de aire en los pulmones, siendo en este periodo cuando la musculatura respiratoria permanece relajada al no producir esfuerzo alguno.

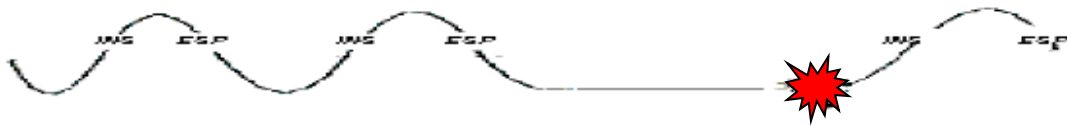
Esta condición determina que en la acción de apuntar, la respiración debe retenerse en el momento de la pausa respiratoria. Esta pausa puede prolongarse sin esfuerzos durante doce segundos sin provocar sensaciones desagradables, pero si el

tirador entre los ocho y diez segundos de iniciar la pausa respiratoria no ha tenido ocasión de efectuar el disparo, debe desistir en su empeño y descansar ventilando sus pulmones con inhalaciones de aire algo más profundas aprovechando también este tiempo para descansar su visión.

A continuación se muestran tres técnicas de respiración diferentes para efectuar un disparo de forma óptima.



Ciclo normal de respiración



Técnica de pulmón vacío



Técnica de pulmón medio lleno



Técnica de pulmón a tres cuartos

Control del disparador

El empuje sobre el gatillo debe estar totalmente coordinado con la acción de apuntar, produciéndose el disparo cuando el grado de fijación del arma sea el mayor posible para cada tirador y que en este mismo momento la alineación ojo, elementos de puntería y blanco se presente correctamente.

Al disparar no se debe provocar oscilaciones en el arma por violentas contracciones del hombro, brazo, mano o el propio dedo que dispara, es como si estuviera aislado el dedo del resto del cuerpo.

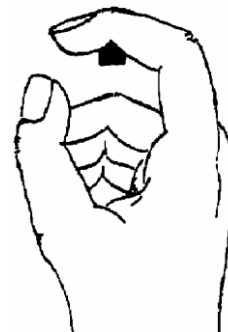
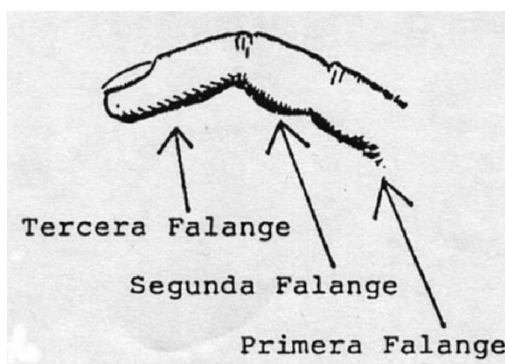
El método usado normalmente es el llamado **progresivo**, empleado con mayor facilidad en las posiciones de tendido y en pie. Cuando el tirador obtiene la alineación correcta del arma, comienza una breve presión sobre el gatillo que va incrementando

paulatinamente pero con decisión, deteniendo la presión si el arma empieza a oscilar; lo cual generalmente no ocurre por la propia estabilidad de ambas posiciones y por tanto el tirador puede actuar sin temor en forma progresiva.

En la siguiente figura se muestra la coordinación del ciclo respiración, progresión del dedo en el disparador y el disparo.



La colocación del dedo sobre el disparador también es importante, meteremos el dedo en el disparador hasta que esté entre la segunda y tercera falange.





Posiciones de tiro

Tendido

La posición de tendido, al permitir una gran superficie de contacto con el suelo, proporciona un alto grado de fijeza al arma.

El corazón al bombear la sangre a través de las arterias, produce los latidos del pulso arterial, que se transmiten al cuerpo en movimientos que hacen oscilar el arma. La reducción de la amplitud de tales oscilaciones, se consigue mediante el aislamiento de ciertas partes del cuerpo que directa o indirectamente están en contacto con el arma.

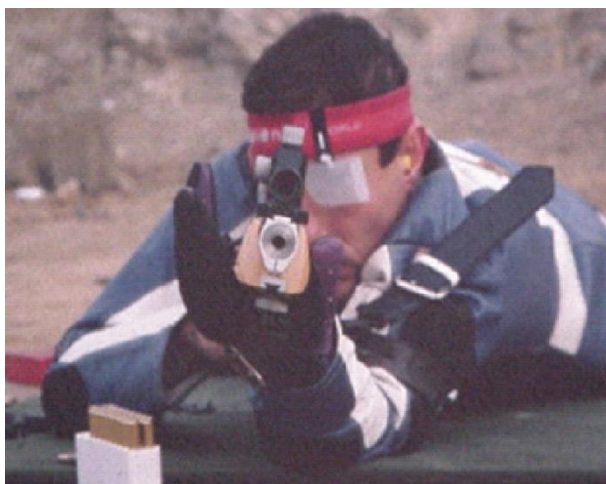
La aorta al estar oprimida, transmite un fuerte latido a la parte superior del cuerpo, que el tirador puede disminuir considerablemente doblando ligeramente la rodilla derecha. Así, al elevar la cadera derecha, se hace girar levemente la parte superior del cuerpo hacia la izquierda, disminuyendo los efectos del latido de la aorta. A su vez, adoptando esta posición, conseguimos hacer una respiración más fácil.

Una sujeción demasiado fuerte de la correa puede presionar las arterias del brazo y hacer que sus latidos se transmitan al arma, por tanto la presión de la correa debe ser justamente la necesaria para mantener el arma en su posición normal.

El brazo izquierdo, con la ayuda de la correa debe soportar el peso de la parte superior de cuerpo y del arma, pero únicamente por medio del sistema óseo y no por tensión muscular.

El brazo derecho en cambio, tan sólo soporta su propio peso y mantiene la alineación ojo-elementos de puntería-blanco sin contracciones de ninguna clase, cuidando muy especialmente de evitar desplazamientos del codo a lo largo de la tirada y la crispación del hombro en el momento del disparo.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto la postura del tirador sería la siguiente:



- El ángulo formado por la espina dorsal y la línea de tiro entre 15° y 30°.
- La pierna izquierda estirada, con el pie doblado hacia adentro o con la punta sobre el suelo.
- La pierna derecha levemente doblada.
- El brazo izquierdo manteniendo el peso del arma y de la parte superior del cuerpo por medio del sistema óseo, ayudado por la correa.
- El codo izquierdo no debe estar situado bajo el arma, sino levemente desplazado a la izquierda.
- La mano izquierda sólo sostiene el arma, nunca lo agarra, y debe situarse entre el pulgar y el dedo índice.
- El brazo derecho relajado tratando de mantener la alienación perfecta del arma.
- El arma apoyada en el hombro derecho con moderada presión que se regula por medio de la tensión de la correa. Una tensión insuficiente puede permitir el movimiento del arma y la presión excesiva provoca tensión en el hombro y mano derecha.
- La cabeza recta, sin ladearla ni inclinarla.
- La mira trasera colocada entre cinco y siete centímetros del ojo (desahogo del ojo).
- La culata soporta todo el peso de la cabeza debiendo ser constante la presión sobre la mejilla.
- El tirador debe llegar a sentirse cómodo y si al apuntar observa que el arma tiene tendencias laterales o en altura, corregirá éstas girando todo el conjunto a derecha o izquierda o adelantará o retrasará las caderas ligeramente para bajar o subir el arma.

En pie

Es la posición más inestable por diversos motivos: en primer lugar, la superficie de sustentación resulta muy reducida; por otro lado, el centro de gravedad del tirador, está alejado considerablemente del centro de gravedad del arma y el centro total del conjunto tirador-arma muy alto con respecto a la superficie de sustentación. La conjunción de estas tres condiciones, da como resultado una inestabilidad. Todo ello supone que la sujeción del arma sea un problema. Como ya hemos dicho, los únicos

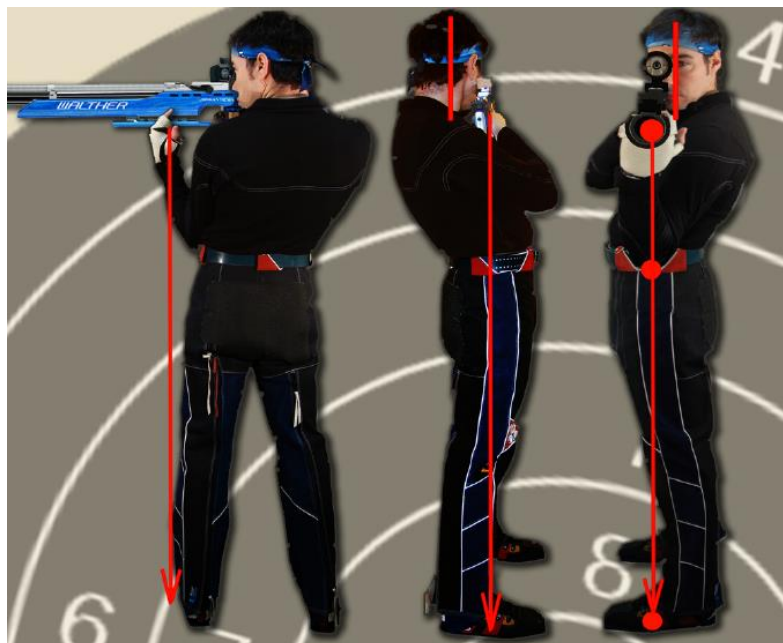
puntos de contacto con el suelo son los pies, y ellos determinan la superficie total de sustentación.

La separación entre ambos centros de gravedad: arma y cuerpo, hace pensar que la sujeción del arma exigirá un esfuerzo muscular considerable, lo cual hay que evitar haciendo que el peso de todo el conjunto sea soportado por la estructura ósea y ligamentos, permitiendo que los músculos realicen el trabajo pasivo de mantener la inmovilidad requerida.

Por tanto, hay que tratar de acercar cuanto sea posible ambos centros de gravedad por la propia postura del cuerpo y al mismo tiempo hacer que la línea de gravedad de todo el conjunto se aproxime al máximo al centro geométrico del área de sustentación formada por los pies.

Para ello, una vez colocados los pies en la forma descrita anteriormente, el tirador debe inclinar el torso hacia su derecha con lo cual el arma se desplaza hacia atrás y su línea de gravedad se acerca en sentido longitudinal a la del cuerpo. Las caderas y piernas han debido permanecer inmóviles.

A partir de esta postura, el tirador debe echar el torso hacia atrás, y mediante este desplazamiento la línea de gravedad del arma se habrá acercado a la del cuerpo en el sentido transversal, siguiendo inmóviles las caderas y piernas.



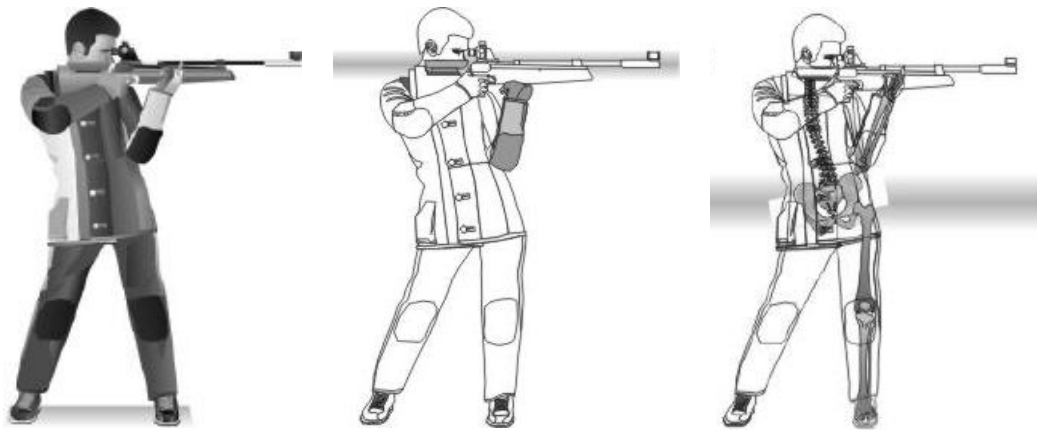
En esta posición, el tirador ha conseguido que el centro de gravedad del conjunto torso- fusil esté situado directamente sobre la pelvis, soportando su peso la estructura ósea afirmada por los ligamentos.

En la postura descrita, el tirador percibirá que el conjunto torso-fusil tiende a oscilar horizontalmente y que además esta oscilación no puede anularla por la simple

acción muscular. En gran parte ello es debido a que el centro de gravedad del conjunto está situado muy alto sobre la superficie del suelo, lo cual no puede evitarse en forma alguna.

Por tanto, el tirador debe recurrir a inmovilizar el arma mediante la ayuda de ligamentos y sistema óseo girando el torso en dirección contraria a la agujas del reloj, permaneciendo inmóvil de cintura para abajo.

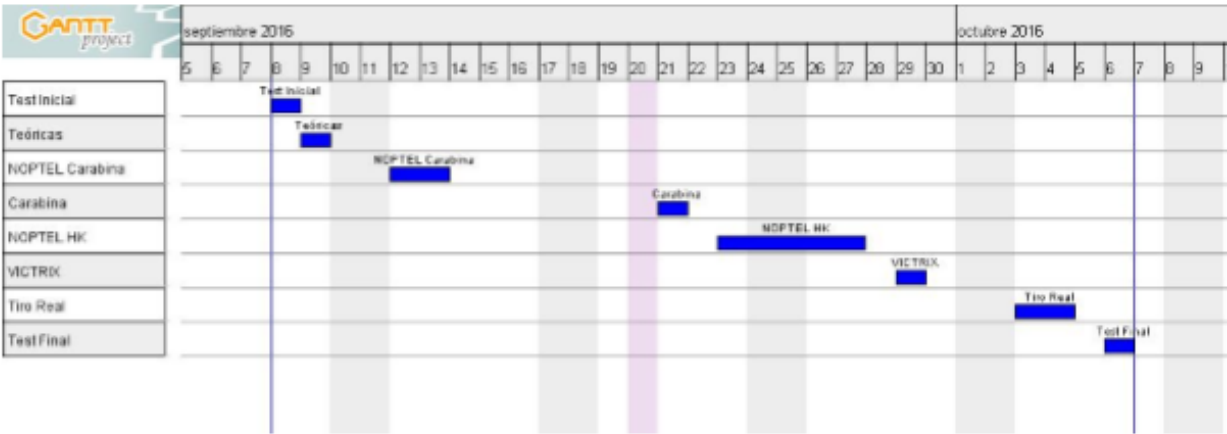
Este giro del torso hace que los músculos abdominales consigan en gran manera inmovilizarlo y crean además una mayor firmeza en las articulaciones de las piernas, con lo cual la oscilación horizontal disminuirá considerablemente.



Aunque no resulta fácil apoyar el codo izquierdo en la cadera, el brazo izquierdo ira pegado a lo largo del tronco con una inclinación hacia el centro del mismo, actuando como apoyo del arma sin trabajo muscular. El brazo derecho, caído normalmente y relajado, proporciona mayor facilidad en el disparo, poniendo especial atención al relajamiento de los hombros y del cuello.

Anexo D. Diagrama de Gantt.

Diagrama de Gantt



Anexo E. Sesiones del plan de tiro B.

Sesión 1: Teórica		
Duración: 2h	Fecha: 09/09/2016	Lugar: Sala de Sección
Objetivo:	Explicar la teoría del tiro completa y el objetivo del plan a realizar	
Desarrollo:	<ul style="list-style-type: none">- Presentación del plan de tiro a realizar, explicar de forma somera sus fases y el objetivo de cada una de ellas.- Tiempo: 20 min- Teoría del tiro, explicación de la pirámide del tiro, mostrando las posiciones de tiro correctas (Parada), la forma en la que se debe apuntar correctamente (Puntería) y la manera de presionar el gatillo del arma para hacer fuego (Control del Disparador). Tiempo: 40 min- Descanso. Tiempo: 10 min- Adopción de posiciones de tiro (tendido y en pie) y correcciones individuales y realización de tiro en seco. Tiempo: 40 min- Turno de preguntas y juicio crítico Tiempo: 10 min	
Material: <ul style="list-style-type: none">- Armamento individual- Pizarra- Material de escritura		
Observaciones:		

Sesión 2: Tiro en NOPTEL con carabina 1 (tendido)		
Duración: 2h	Fecha: 12/09/2016	Lugar: Sala simulador NOPTEL
Objetivo:	Aprendizaje y perfeccionamiento del tiro en tendido.	
Desarrollo:	<ul style="list-style-type: none">- Presentación de la sesión, breve repaso de la posición a realizar y explicación del funcionamiento del simulador Tiempo: 10 min- Realizar series de 10 disparos, observando los errores realizados tras cada disparo en el simulador, hasta conseguir obtener al menos tres semáforos verdes y un amarillo en la calificación rápida del simulador. Nivel de dificultad: tendido, fácil Tiempo: 40 min- Descanso. Tiempo: 10 min- Realizar series de 10 disparos, observando los errores realizados tras cada disparo en el simulador, hasta conseguir obtener al menos tres semáforos verdes y un amarillo en la calificación rápida del simulador. Nivel de dificultad: tendido, intermedio si el tirador llega al 70% de tiros en verde en el nivel novel. Tiempo: 30 min- Realizar un disparo al blanco dibujando previamente con el tiro dos círculos concéntricos bordeando el cambio de color de la diana, mientras un tirador realiza el ejercicio el resto observan el simulador para ver los errores del compañero. Tiempo: 10 min- Competición entre la línea de tiro, una serie de 10 disparos. Tiempo: 10 min- Juicio crítico Tiempo 10 min	
Material: <ul style="list-style-type: none">- Armamento individual		
Observaciones: El blanco para realizar el ejercicio simulará una distancia de 100 m		

Sesión 3: Tiro en NOPTEL con carabina 2 (en pie)		
Duración: 2h	Fecha: 13/09/2016	Lugar: Sala simulador NOPTEL
Objetivo:	Asimilación del tiro en pie y tendido con el apoyo del simulador	
Desarrollo:	<ul style="list-style-type: none">- Presentación de la sesión y breve repaso de la posición a realizar Tiempo: 10 min- Realizar series de 10 disparos, observando los errores realizados tras cada disparo en el simulador, hasta conseguir obtener al menos tres semáforos verdes y un amarillo en la calificación rápida del simulador. Nivel de dificultad: en pie, fácil Tiempo: 40 min- Descanso. Tiempo: 10 min- Realizar series de 10 disparos, observando los errores realizados tras cada disparo en el simulador, hasta conseguir obtener al menos tres semáforos verdes y un amarillo en la calificación rápida del simulador. Nivel de dificultad: en pie, intermedio si el tirador llega al 70% de tiros en verde en el nivel novel. Tiempo: 30 min- Realizar un disparo al blanco dibujando previamente con el tiro dos círculos concéntricos bordeando el cambio de color de la diana, mientras un tirador realiza el ejercicio el resto observan el simulador para ver los errores del compañero. Tiempo: 10 min- Competición entre toda la línea de tiro, una serie de 10 disparos. Tiempo: 10 min- Juicio crítico Tiempo 10 min	
Material: <ul style="list-style-type: none">- Armamento individual		
Observaciones: El blanco para realizar el ejercicio simulará una distancia de 100 m		

Sesión 4: Tiro con carabina		
Duración: 2h	Fecha: 22/09/2016	Lugar: Galería de tiro neumático
Objetivo:	Aprendizaje y perfeccionamiento del tiro en pie.	
Desarrollo:	<ul style="list-style-type: none">- Presentación de la sesión y breve repaso de la teoría del tiro Tiempo: 5 min- Realizar 3 series de 10 disparos en tendido, tratando de focalizar en cada serie un factor fundamental del tiro (parada, puntería y control del disparador) Tiempo: 20 min- Realizar 3 series de 10 disparos en pie, tratando de focalizar en cada serie un factor fundamental del tiro (parada, puntería y control del disparador) Tiempo: 25 min- Descanso. Tiempo: 10 min- Realizar 2 series de 10 disparos en tendido Tiempo: 15 min- Realizar 2 series de 10 disparos en pie Tiempo: 15 min- Competición entre toda la línea de tiro, una serie de 10 disparos en tendido Tiempo: 10 min- Competición entre toda la línea de tiro, una serie de 10 disparos en pie. Tiempo: 10 min- Juicio crítico Tiempo 10 min	
Material: <ul style="list-style-type: none">- Armamento individual- Munición de carabina (1200uds)- 10 Blancos de pistola- 10 Blancos de fusil		
Observaciones: El blanco para realizar el ejercicio será el de tiro con pistola para las 6 primeras series, posteriormente se cambiará al blanco para fusil (de menor diámetro)		

Sesión 5: Tiro en NOPTel con HK 1 (tendido)		
Duración: 2h	Fecha: 23/09/2016	Lugar: Sala simulador NOPTel
Objetivo:	Adaptación de lo aprendido al fusil HK G36-E, para la posición de tendido, con apoyo del simulador.	
Desarrollo:	<ul style="list-style-type: none">- Presentación de la sesión, breve repaso de la posición a realizar, recalcar el cambio en la presión del disparador. Observar la colocación del dedo y la progresividad en la ejecución del disparo. Tiempo: 10 min- Realizar 3 series de 10 disparos, en cada serie focalizarse en un factor fundamental (un semáforo), tratando de obtener al menos 7 de los 10 en verde en ese factor. Nivel de dificultad: tendido, fácil. Tiempo: 30 min- Realizar 2 series de 10 disparos, buscando el obtener siempre el semáforo verde en el control del disparador. Nivel de dificultad: tendido, fácil. Tiempo: 20 min- Descanso. Tiempo: 10 min- Realizar series de 10 disparos, observando los errores realizados tras cada disparo en el simulador, hasta conseguir obtener al menos tres semáforos verdes y un amarillo en la calificación rápida del simulador. Nivel de dificultad: tendido, intermedio(debiendo pasar a nivel experto si es posible) Tiempo: 30 min- Competición entre toda la línea de tiro, una serie de 10 disparos. Tiempo: 10 min- Juicio crítico Tiempo 10 min	
Material: <ul style="list-style-type: none">- Armamento individual		
Observaciones: El blanco para realizar el ejercicio simulará una distancia de 100 m		

Sesión 6: Tiro en NOPTEL con HK 2 (en pie)		
Duración: 2h	Fecha: 28/09/2016	Lugar: Sala simulador NOPTEL
Objetivo:	Adaptación de lo aprendido al fusil HK G36-E, para la posición de pie, con apoyo del simulador.	
Desarrollo:	<ul style="list-style-type: none">- Presentación de la sesión, breve repaso de la posición a realizar, recalcar el cambio en la presión del disparador. Tiempo: 10 min- Realizar 3 series de 10 disparos, en cada serie focalizarse en un factor fundamental (un semáforo), tratando de obtener al menos 7 de los 10 en verde en ese factor. Nivel de dificultad: en pie, fácil. Tiempo: 30 min- Realizar 2 series de 10 disparos, buscando el obtener siempre el semáforo verde en el control del disparador. Nivel de dificultad: en pie, fácil. Tiempo: 20 min- Descanso. Tiempo: 10 min- Realizar series de 10 disparos, observando los errores realizados tras cada disparo en el simulador, hasta conseguir obtener al menos tres semáforos verdes y un amarillo en la calificación rápida del simulador. Nivel de dificultad: en pie, intermedio(debiendo pasar a nivel experto si es posible) Tiempo: 30 min- Competición entre toda la línea de tiro, una serie de 10 disparos. Tiempo: 10 min- Juicio crítico Tiempo 10 min	
Material: <ul style="list-style-type: none">- Armamento individual		
Observaciones: El blanco para realizar el ejercicio simulará una distancia de 100 m		

Sesión 7: Tiro en VICTRIX 1 (tendido)		
Duración: 2h	Fecha: 29/09/2016	Lugar: Sala simulador VICTRIX
Objetivo:	Incluir factores de estrés al tirador y perfeccionar la posición de tiro en tendido.	
Desarrollo:	<ul style="list-style-type: none">- Presentación de la sesión. Tiempo: 10 min- Realizar 6 series de 5 disparos, desencarando el arma tras cada disparo, visualizando el blanco tras cada serie. Distancia: las 3 primeras series a 50 m, las 3 siguientes a 100 m Tiempo: 30 min- Realizar 4 series de 5 disparos, manteniendo el arma encarada durante toda la serie, visualizando el blanco tras cada serie. Distancia: las 2 primeras series a 50 m, las 2 siguientes a 100 m Tiempo: 20 min- Descanso. Tiempo: 10 min- Realizar 2 series de 5 disparos, realizando el fuego tras una cuenta atrás de 5 segundos, a la voz del jefe de la línea. Distancia: 100 m Tiempo: 10 min- Realizar 2 series de 5 disparos, realizando el fuego tras una cuenta atrás de 3 segundos, a la voz del jefe de la línea. Distancia: 100 m Tiempo: 10 min- Competición entre toda la línea de tiro, 2 series de 10 disparos. Distancia: 100 m Tiempo: 20 min- Juicio crítico Tiempo 10 min	
Material: <ul style="list-style-type: none">- Armamento individual		
Observaciones: Durante toda la sesión el jefe de la sala irá cambiando el ambiente del simulador, con el fin de dificultar a los tiradores la realización de los ejercicios (lluvia, niebla, sonidos estresantes, etc.)		

Sesión 8: Tiro en VICTRIX 2 (en pie)		
Duración: 2h	Fecha: 30/09/2016	Lugar: Sala simulador VICTRIX
Objetivo:	Incluir factores de estrés al tirador y perfeccionar la posición de tiro en pie.	
Desarrollo:	<ul style="list-style-type: none">- Presentación de la sesión. Tiempo: 10 min- Realizar 6 series de 5 disparos, desencarando el arma tras cada disparo, visualizando el blanco tras cada serie. Distancia: las 3 primeras series a 50m, las 3 siguientes a 100 m Tiempo: 30 min- Realizar 4 series de 5 disparos, manteniendo el arma encarada durante toda la serie, visualizando el blanco tras cada serie. Distancia: las 2 primeras series a 50m, las 2 siguientes a 100 m Tiempo: 20 min- Descanso. Tiempo: 10 min- Realizar 2 series de 5 disparos, realizando el fuego tras una cuenta atrás de 5 segundos, a la voz del jefe de la línea. Distancia: 100 m Tiempo: 10 min- Realizar 2 series de 5 disparos, realizando el fuego tras una cuenta atrás de 3 segundos, a la voz del jefe de la línea. Distancia: 100 m Tiempo: 10 min- Competición entre toda la línea de tiro, 2 series de 10 disparos. Distancia: 100 m Tiempo: 20 min- Juicio crítico Tiempo 10 min	
Material: <ul style="list-style-type: none">- Armamento individual		
Observaciones: Durante toda la sesión el jefe de la sala irá cambiando el ambiente del simulador, con el fin de dificultar a los tiradores la realización de los ejercicios (lluvia, niebla, sonidos estresantes, etc.)		

Sesión 9: Tiro real 1 (tendido)		
Duración: 2h	Fecha: 4/10/2016	Lugar: Campo de tiro
Objetivo:	Adaptación completa del tirador para la realización del test final en la posición de tiro en tendido.	
Desarrollo:	<ul style="list-style-type: none">- Presentación de la sesión. Tiempo: 10 min- Realizar 2 series de 5 disparos, desencarando el arma tras cada disparo, en posición de tendido con apoyo. Distancia: 50 m Tiempo: 10 min- Realizar 2 series de 5 disparos, desencarando el arma tras cada disparo, en posición de tendido sin apoyo. Distancia: 50 m Tiempo: 10 min- Realizar 1 series de 5 disparos, sin desencarar el arma, en posición de tendido con apoyo. Distancia: 100 m Tiempo: 10 min- Realizar 2 series de 5 disparos, sin desencarar el arma, en posición de tendido sin apoyo Distancia: 100 m Tiempo: 20 min- Descanso. Tiempo: 10 min- Realizar 2 series de 5 disparos, sin desencarar el arma, en posición de tendido sin apoyo. Distancia: 100 m Tiempo: 20 min- Realizar 1 serie de 10 disparos, realizando el fuego tras una cuenta atrás de 5 segundos los 5 primeros disparos y una cuenta atrás de 3 segundos los 5 últimos, a la voz del jefe de la línea. Posición de tendido sin apoyo. Distancia: 100 m Tiempo: 10 min- Competición entre toda la línea de tiro, 1 serie de 10 disparos, en posición de tendido sin apoyo. Distancia: 100 m Tiempo: 10 min- Juicio crítico Tiempo 10 min	
Material: <ul style="list-style-type: none">- Armamento individual- Munición 5,56x45mm (650 cartuchos)- 10 blancos		
Observaciones: Municionar los cargadores durante la presentación y en el descanso.		

Sesión 10: Tiro real 2 (en pie)		
Duración: 2h	Fecha: 5/10/2016	Lugar: Campo de tiro
Objetivo:	Adaptación completa del tirador para la realización del test final en la posición de tiro en pie.	
Desarrollo:	<ul style="list-style-type: none">- Presentación de la sesión. Tiempo: 10 min- Realizar 2 series de 5 disparos, desencarando el arma tras cada disparo. Distancia: 50 m Tiempo: 10 min- Realizar 2 series de 5 disparos, sin desencarar el arma tras cada disparo. Distancia: 50 m Tiempo: 10 min- Realizar 1 series de 5 disparos, desencarando el arma tras cada disparo. Distancia: 100 m Tiempo: 10 min- Realizar 2 series de 5 disparos, sin desencarar el arma. Distancia: 100 m Tiempo: 20 min- Descanso. Tiempo: 10 min- Realizar 2 series de 5 disparos, sin desencarar el arma. Distancia: 100 m Tiempo: 20 min- Realizar 1 serie de 10 disparos, realizando el fuego tras una cuenta atrás de 5 segundos los 5 primeros disparos y una cuenta atrás de 3 segundos los 5 últimos, a la voz del jefe de la línea. Distancia: 100 m Tiempo: 10 min- Competición entre toda la línea de tiro, 1 serie de 10 disparos. Distancia: 100 m Tiempo: 10 min- Juicio crítico Tiempo 10 min	
Material: <ul style="list-style-type: none">- Armamento individual- Munición 5,56x45mm (650 cartuchos)- 10 blancos		
Observaciones: Municionar los cargadores durante la presentación y en el descanso.		

Anexo F. Diario de Tests de tiro y Sesiones.

Test inicial: el día 8 de Septiembre del 2016, se realizó en el campo de tiro de Navetas, ambos pelotones salieron del acuartelamiento en un camión y un vehículo ligero, los ejercicios de tiro marcados para el test comenzaron a las 10:00 de la mañana y a las 11:45 habían finalizado sin novedad.

Sesión 1, teórica, el día 9 de Septiembre del 2016, en el aula de la primera sección de la primera compañía se llevó a cabo la sesión teórica del programa de tiro, se explicó a los tiradores las correctas técnicas de tiro apoyándose en el dossier de tiro del Anexo B, posteriormente el grupo se desplazó hasta el campo de deportes de la unidad y realizaron ejercicios de tiro en seco, aprendiendo a adoptar adecuadamente la postura, el encare y se realizaron además ensayos de la técnica de respiración.

Sesiones 2 y 3, tiro con carabina en simulador NOPTEL, los días 12 y 13 de Septiembre del 2016, se realizaron en la sala del simulador NOPTEL de la Unidad las primeras sesiones prácticas del plan de tiro, se comenzó con una breve explicación del simulador y su funcionamiento puesto que algunos miembros del grupo no lo conocían ni lo habían usado nunca.

Al comenzar los tiradores con los ejercicios, estos hacían especial atención en el dedo en el disparador y la poca presión que este necesitaba para disparar, a la media hora de comenzar la mayoría dominaba la calificación rápida del simulador, tanto en tendido como en pie. Se subió el nivel de dificultad y entonces el grupo comenzó a ver dificultades y el tiempo entre disparos aumentó, lo que indica que pasaban más tiempo mirando el simulador para ajustar su siguiente tiro. Los últimos ejercicios dieron un toque más informal a la sesión, motivando al grupo y haciéndoles disfrutar de las posibilidades del simulador NOPTEL.

Sesión 4, tiro con carabina, el día 22 de Septiembre del 2016, se llevó a cabo la última sesión con la carabina como armamento individual, en la galería de tiro neumático.

Los ejercicios comenzaron con un blanco de un tamaño mayor del que se suele usar, motivando a los tiradores pues estos siempre veían que hacían fuego efectivo, fueron muy útiles las series en las que se debían focalizar en un factor fundamental del tiro, pues el grupo lograba concentrarse individualmente en cada uno y ellos mismos decían que notaban una mejora considerable.

Tras colocar el blanco de tiro para fusil, los tiradores debían afinar aún más su puntería si cabe, y finalmente las competiciones en ambas posiciones de tiro fueron claves en la sesión, pues de esta manera se realizaba un entrenamiento psicológico detallado en el apartado 4.1, debido a que los tiradores experimentaban una sensación de presión similar a la del test de evaluación.

Sesiones 5 y 6, tiro con HK en simulador NOPTEL, los días 23 y 28 de Septiembre de 2016, se ejecutaron las primeras sesiones prácticas con el fusil de dotación en el simulador NOPTEL de la Unidad, los tiradores notaron un gran cambio en el control del disparador, puesto que este necesita mayor presión para ser accionado, con la ayuda del simulador, y las series con focalización individual en un aspecto del tiro, fueron mejorando sus resultados más rápidamente que en las sesiones primeras realizadas en el simulador NOPTEL.

En la parte final de la sesión 5, algunos tiradores pudieron pasar al nivel experto puesto que el nivel intermedio era poco exigente.

De nuevo con las competiciones finales de la sesión, se desarrolló una sana competencia interna en el grupo y se notó una mejora en el aspecto psicológico del tiro.

Sesiones 7 y 8, tiro con HK en simulador VICTRIX, los días 29 y 30 de Septiembre de 2016, en la sala del simulador VICTRIX se realizaron las sesiones de instrucción de tiro en este simulador, aportando dificultades a los tiradores, cambiando la visibilidad del blanco mediante lluvia o niebla, incluyendo ruidos durante la sesión, etcétera.

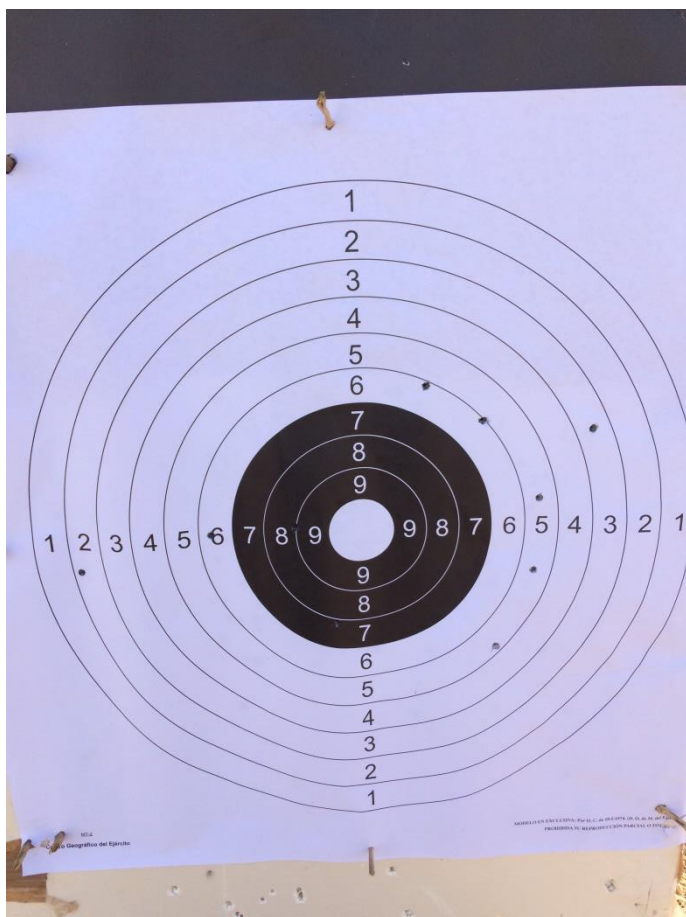
Cabe destacar los últimos ejercicios de cada sesión, donde los tiradores debían realizar el disparo a la voz del jefe de línea, viéndose obligados a mantener una parada estable y aprender a sincronizar la respiración para efectuar el disparo en el momento justo.

Sesiones 9 y 10, tiro con grueso calibre, los días 4 y 5 de Octubre de 2016, en el campo de tiro número 1, del campo de maniobras de Navetas, se ejecutaron las sesiones de tiro real, donde se notaba una gran mejoría en los resultados que los tiradores iban obteniendo durante la realización de las series.

Surgieron dificultades en la sesión 9, de tiro en posición de tendido a causa del viento, por lo que el grupo necesitaba más tiempo para llevar a cabo los ejercicios marcados, viendo como es necesario realizar instrucción real, puesto que en los simuladores y la galería de tiro neumático este problema no sucede, y por lo tanto no se puede entrenar.

Test final, el día 6 de Octubre de 2016 se realizó el ejercicio final en el campo de tiro número 1, del campo de maniobras de Navetas, la jornada comenzó a las 9:00 de la mañana, la unidad se encontraba ya en la zona realizando maniobras, los ejercicios marcados se finalizaron sin novedad a las 11:00.

Anexo G. Imágenes del proyecto.



Blanco de Test Inicial



Blanco de test final

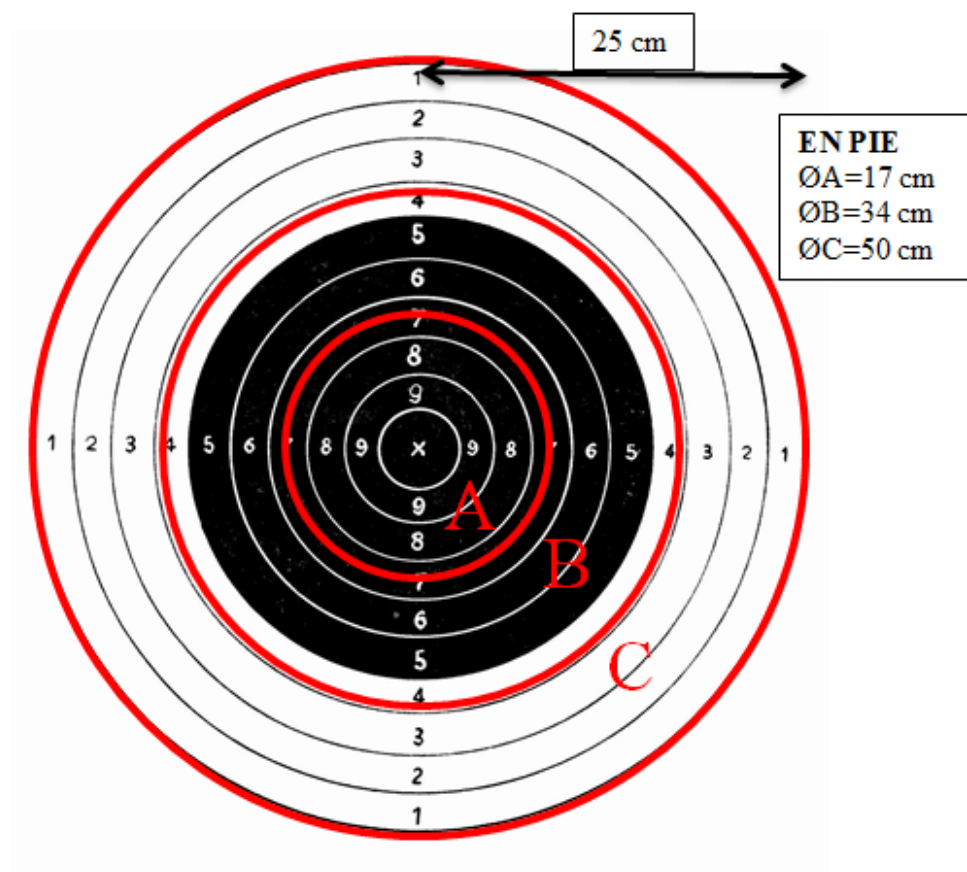
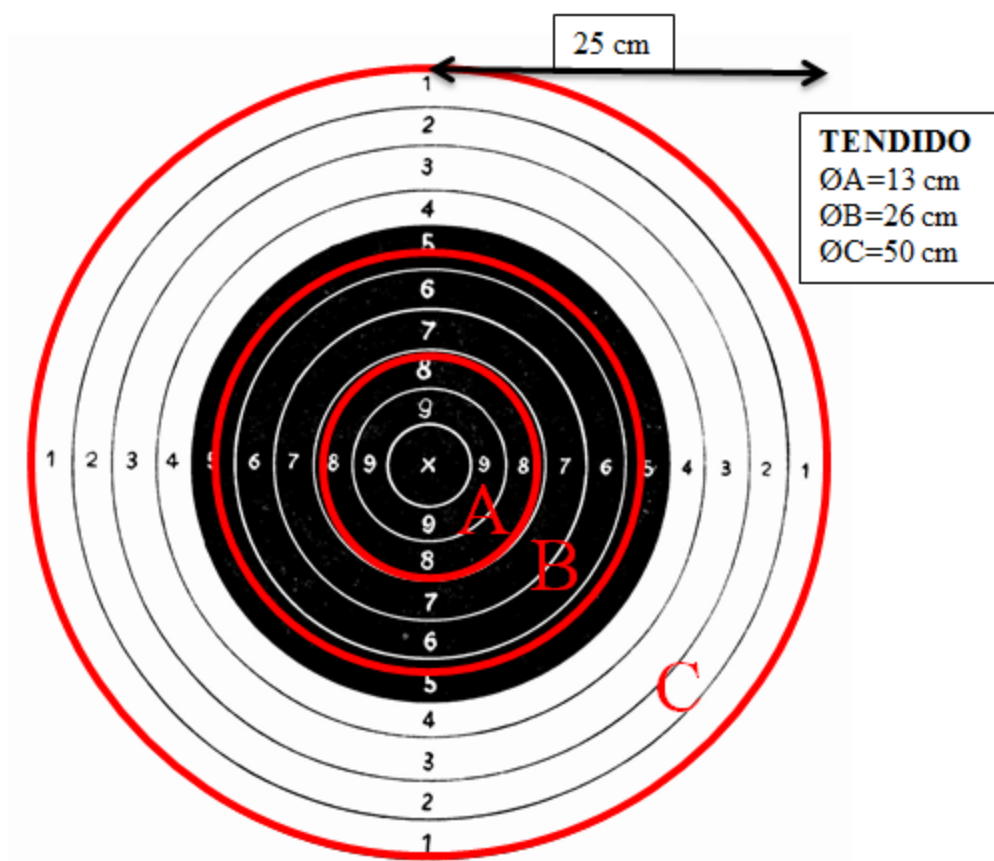


Tiro con grueso calibre en tendido



Tiro con carabina en pie

Anexo H. Plantilla de agrupación.



Anexo I. Personal en estudio y Test Inicial.

Tirador	EMPLEO	EDAD	ANTIGÜEDAD (años)	PROVINCIA
1	SGTO	32	10	MÁLAGA
2	SGTO	29	10	VALENCIA
3	CBO	31	12	CORDOBA
4	CBO	30	12	MALAGA
5	CL	30	5	CADIZ
6	CL	25	5	MALAGA
7	CL	27	8	MALAGA
8	CL	27	8	MALAGA
9	CL	28	7	CÓRDOBA
10	CL	26	8	SEVILLA
11	CL	30	5	MALAGA
12	CL	33	4	MALAGA
13	CL	30	5	CORDOBA
14	CL	35	14	MALAGA
15	CL	31	13	CÁDIZ
16	CL	27	8	GRANADA
17	CL	34	8	VALENCIA
18	CL	35	17	MARRUECOS
19	CL	31	5	CADIZ
20	CL	33	7	CADIZ

Test		
Duración: 2h	Fecha: 8/09/2016, 6/10/2016	Lugar: Campo de tiro
Objetivo:	Realizar la evaluación de todos los tiradores en estudio.	
Desarrollo:	<ul style="list-style-type: none">- Presentación del ejercicio de tiro a realizar. Tiempo: 10 min- Calentamiento: Realización de tiro en seco para practicar la posición y calentar la musculatura implicada. Realizar 1 serie de 5 disparos en tendido sin apoyo. Realizar 1 serie de 5 disparos en pie. Tiempo: 20 min- Realización del test: Realizar 1 serie de 10 disparos en tendido sin apoyo Realizar 1 serie de 10 disparos en pie Tiempo: 20 min- Toma de datos y juicio crítico Tiempo: 10 min	
Material:		
<ul style="list-style-type: none">- Armamento individual, HK G-36 E- 10 blancos- Munición 5,56x45mm (600cartuchos)		
Observaciones: se debe realizar las series de calentamiento, el test y la toma de datos una vez con cada línea de tiro (con cada grupo de estudio).		

Anexo J. Contraste sobre diferencias de medias iniciales.

	Test Inicial Tendido			Test Inicial En Pie			Antigüedad		
	Agrupación	Puntuación	Tiempo	Agrupación	Puntuación	Tiempo			
Contraste Igualdad Medias desconocidas pero iguales	var(total)	4,806	261,667	1085,428	12,433	197,667	1091,644	13,206	9,022
	Grados libertad	18	18	18	18	18	18	18	18
	Est.	0,306	0,332	0,468	0,761	0,318	1,137	0,308	0,298
	Contraste nivel	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
	significación	2,101	2,101	2,101	2,101	2,101	2,101	2,101	2,101
	Valor critico	No Rechazo	Rechazo	Rechazo	No Rechazo	Rechazo	Rechazo	Rechazo	Rechazo
	Rdo test	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	nivel	2,878	2,878	2,878	2,878	2,878	2,878	2,878	2,878
	significación	No Rechazo	Rechazo	Rechazo	No Rechazo	Rechazo	Rechazo	Rechazo	Rechazo
	Valor critico	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Contraste Igualdad Medias Sigmas desconocidas y No iguales	var(m1-m2)	0,961	52,333	217,086	2,487	39,533	218,329	2,641	1,804
	Grados libertad	17,974	16,377	17,834	17,682	17,736	17,065	15,721	15,939
	Est.	0,306	0,332	0,468	0,761	0,318	1,137	0,308	0,298
	Contraste nivel	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
	significación	2,110	2,120	2,110	2,110	2,110	2,110	2,131	2,131
	Valor critico	No Rechazo	Rechazo	Rechazo	No Rechazo	Rechazo	Rechazo	Rechazo	Rechazo
	Rdo test	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	nivel	2,898	2,921	2,898	2,898	2,898	2,898	2,947	2,947
	significación	No Rechazo	Rechazo	Rechazo	No Rechazo	Rechazo	Rechazo	Rechazo	Rechazo
	Valor critico	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	var(m1-m2)	0,961	52,333	217,086	2,487	39,533	218,329	2,641	1,804
	Grados libertad	17,974	16,377	17,834	17,682	17,736	17,065	15,721	15,939
	Est.	0,306	0,332	0,468	0,761	0,318	1,137	0,308	0,298

Anexo K. Resultados obtenidos.

Test Inicial Tendido

Tirador	A	B	C	Total Agrupación	Puntuación	Tiempo (s)
1	4	3	3	21	62	114
3	2	4	4	18	28	110
4	5	4	1	24	50	203
7	2	4	3	17	29	98
9	3	4	3	20	43	172
10	3	5	2	21	48	184
13	3	3	2	17	35	123
15	5	2	3	22	70	128
17	4	2	4	20	41	140
19	3	5	2	21	46	136
2	3	3	2	17	33	154
5	4	3	3	21	57	193
6	4	2	4	20	55	123
8	5	3	2	23	83	121
11	2	6	2	20	32	173
12	3	3	2	17	30	130
14	2	4	3	17	27	181
16	3	5	2	21	52	102
18	4	3	2	20	39	175
20	4	4	2	22	68	125

Test Inicial En Pie

Tirador	A	B	C	Total Agrupación	Puntuación	Tiempo (s)
1	3	3	3	18	42	132
3	3	3	4	19	45	162
4	4	4	2	22	55	230
7	2	2	2	12	20	131
9	3	5	3	22	45	199
10	4	2	2	18	36	198
13	3	1	2	13	31	137
15	6	1	3	23	75	134
17	3	2	3	16	34	173
19	4	1	2	16	47	124
2	3	2	2	15	35	183
5	3	4	3	20	43	223
6	3	2	4	17	45	153
8	5	2	3	22	68	140
11	2	4	4	18	30	196
12	3	1	3	14	30	174
14	5	3	4	25	22	212
16	3	4	2	19	43	148
18	4	3	2	20	54	202
20	3	5	2	21	40	157

Test Final Tendido

Tirador	A	B	C	Total Agrup	Puntuación	Tiempo (s)
1	5	3	2	23	76	120
3	3	3	4	19	45	103
4	4	4	2	22	52	180
7	4	3	2	20	48	104
9	2	6	2	20	50	154
10	3	4	3	20	41	160
13	5	2	3	22	61	113
15	6	4	0	26	84	132
17	4	3	3	21	62	134
19	5	5	0	25	68	124
2	6	4	0	26	85	140
5	5	4	1	24	72	157
6	7	3	0	27	90	145
8	7	2	1	26	94	150
11	5	5	0	25	69	164
12	6	4	0	26	79	112
14	7	2	1	26	84	173
16	5	3	2	23	71	107
18	6	4	0	26	80	156
20	5	4	1	24	74	110

Test Final En Pie

Tirador	A	B	C	Total Agrup	Puntuación	Tiempo (s)
1	5	3	2	23	64	121
3	4	4	1	21	50	140
4	3	4	3	20	54	125
7	3	2	3	16	37	110
9	4	5	1	23	47	187
10	5	3	2	23	47	186
13	4	2	4	20	40	130
15	5	4	1	24	81	143
17	5	1	4	21	51	162
19	4	3	1	19	45	111
2	5	4	1	24	76	172
5	6	2	2	24	83	192
6	7	2	1	26	86	143
8	6	4	0	26	77	162
11	7	3	0	27	89	166
12	6	3	1	25	71	154
14	7	2	1	26	87	198
16	7	3	0	27	91	136
18	8	1	1	27	90	166
20	7	1	2	25	86	145

Diferencia Tendido			Diferencia Tendido (%)		
Agrupación	Puntuación	Tiempo	Agrupación	Puntuación	Tiempo
2	14	6	9,52%	22,58%	5,26%
1	17	-7	5,56%	60,71%	-6,36%
-2	2	-23	-8,33%	4,00%	-11,33%
3	19	6	17,65%	65,52%	6,12%
0	7	-18	0,00%	16,28%	-10,47%
-1	-7	-24	-4,76%	-14,58%	-13,04%
5	26	-10	29,41%	74,29%	-8,13%
4	14	4	18,18%	20,00%	3,13%
1	21	-6	5,00%	51,22%	-4,29%
4	22	-12	19,05%	47,83%	-8,82%
9	52	-14	52,94%	157,58%	-9,09%
3	15	-36	14,29%	26,32%	-18,65%
7	35	22	35,00%	63,64%	17,89%
3	11	29	13,04%	13,25%	23,97%
5	37	-9	25,00%	115,63%	-5,20%
9	49	-18	52,94%	163,33%	-13,85%
9	57	-8	52,94%	211,11%	-4,42%
2	19	5	9,52%	36,54%	4,90%
6	41	-19	30,00%	105,13%	-10,86%
2	6	-15	9,09%	8,82%	-12,00%

Diferencia en Pie			Diferencia en Pie (%)		
Agrupación	Puntuación	Tiempo	Agrupación	Puntuación	Tiempo
5	22	-11	27,78%	52,38%	-8,33%
2	5	-22	10,53%	11,11%	-13,58%
-2	-1	-105	-9,09%	-1,82%	-45,65%
4	17	-21	33,33%	85,00%	-16,03%
1	2	-12	4,55%	4,44%	-6,03%
5	11	-12	27,78%	30,56%	-6,06%
7	9	-7	53,85%	29,03%	-5,11%
1	6	9	4,35%	8,00%	6,72%
5	17	-11	31,25%	50,00%	-6,36%
3	-2	-13	18,75%	-4,26%	-10,48%
9	41	-11	60,00%	117,14%	-6,01%
4	40	-31	20,00%	93,02%	-13,90%
9	41	-10	52,94%	91,11%	-6,54%
4	9	22	18,18%	13,24%	15,71%
9	59	-30	50,00%	196,67%	-15,31%
11	41	-20	78,57%	136,67%	-11,49%
1	65	-14	4,00%	295,45%	-6,60%
8	48	-12	42,11%	111,63%	-8,11%
7	36	-36	35,00%	66,67%	-17,82%
4	46	-12	19,05%	115,00%	-7,64%

Anexo L. Análisis estadístico.

Tabla I.1 Estadística Descriptiva

Tabla I.2 Intervalos de Confianza de las Medias de las Diferencias de Resultados

Tabla I.3 Coeficientes de Correlación. Ambos grupos considerados conjuntamente.

Tabla I.4 Coeficientes de Correlación del Grupo A

Tabla I.4 Coeficientes de Correlación del Grupo B

Tabla I.5. Contrastes sobre Diferencias de Medias. Tiro en Posición Tendido.

Tabla I.6. Contrastes sobre Diferencias de Medias. Tiro en Posición de Pie.

Tabla I.7. Análisis de Regresión Múltiple.

Gráficas de mejora respecto a la Agrupación Inicial

Gráficas de mejora respecto a la Puntuación Inicial.

Gráficas de mejora respecto al Tiempo Inicial.

Gráficas de mejora respecto a la Antigüedad.

Gráficas de Datos Medios.

Tabla I.1 Estadística Descriptiva

				TEST INICIAL TENDIDO			TEST Final Tendido			DIFERENCIAS (Xfinal - Xinicial)			DIFERENCIAS (Xfinal/Xinicial -1)		
		Antigüedad	Edad	Agrupación	Puntuación	Tiempo	Agrupación	Puntuación	Tiempo	Agrupación	Puntuación	Tiempo	Agrupación	Puntuación	Tiempo
A	Media	8,8	30	20,1	45,2	140,8	21,8	58,7	132,4	1,7	13,5	-8,4	0,091	0,348	-0,048
	Sigma	2,860	2,40	2,234	13,390	34,49	2,300	14,056	25,31	2,312	10,124	11,25	0,119	0,293	0,071
	Max	13	34	24	70	203	26	84	180	5	26	6	0,294	0,743	0,061
	Min	5	26	17	28	98	19	41	103	-2	-7	-24	-0,083	-0,146	-0,130
	Coef Asim	0,144	-0,2	-0,006	0,558	0,734	0,784	0,596	0,692	-0,151	-0,965	0,005	0,149	-0,255	0,648
	Curtosis	-1,233	-0,2	-0,389	-0,088	-0,596	-0,349	-0,64	-0,355	-1,078	0,433	-1,308	-0,769	-1,098	-1,259
	J.V.	0,67	0,12	0,06	0,52	1,05	1,07	0,76	0,85	0,52	1,63	0,71	0,28	0,61	1,36
B	Media	8,3	30,4	19,8	47,6	147,7	25,3	79,8	141,4	5,5	32,2	-6,3	0,295	0,901	-0,027
	Sigma	4,270	3,50	2,150	18,548	31,31	1,252	8,430	23,77	2,915	18,268	19,72	0,183	0,712	0,140
	Max	17	35	23	83	193	27	94	173	9	57	29	0,529	2,111	0,240
	Min	4	25	17	27	102	23	69	107	2	6	-36	0,091	0,088	-0,187
	Coef Asim	1,176	-0,0	-0,265	0,706	0,090	-0,705	0,354	-0,479	0,084	-0,144	0,672	0,328	0,410	1,065
	Curtosis	0,580	-1,2	-1,103	-0,392	-1,613	-0,493	-1,013	-1,275	-1,821	-1,578	0,051	-1,682	-1,208	0,069
	J.V.	2,44	0,69	0,62	0,89	1,10	0,93	0,64	1,06	1,39	1,07	0,75	1,36	0,89	1,89
A + B	Media	8,55	30,2	19,95	46,4	144,2	23,55	69,25	136,9	3,6	22,85	-7,35	0,193	0,625	-0,038
	Sigma	3,546	2,93	2,139	15,793	32,26	2,544	15,634	24,34	3,218	17,282	15,66	0,183	0,601	0,109
	Max	17	35	24	83	203	27	94	180	9	57	29	0,529	2,111	0,240
	Min	4	25	17	27	98	19	41	103	-2	-7	-36	-0,083	-0,146	-0,187
	Coef Asim	0,807	0,00	-0,107	0,704	0,378	-0,416	-0,346	0,102	0,287	0,508	0,678	0,663	1,122	1,223
	Curtosis	0,069	-0,8	-0,814	-0,152	-1,206	-1,252	-0,925	-1,272	-0,552	-0,393	0,602	-0,259	0,663	1,173
	J.V.	2,17	0,55	0,59	1,67	1,69	1,88	1,11	1,38	0,53	0,99	1,84	1,52	4,56	6,13

J. V. : Estadístico de Jarque - Vera

Tabla I.1 Estadística Descriptiva (continuación)

		TEST INICIAL DE PIE			TEST Final DE PIE			DIFERENCIAS (Xfinal - Xinicial)			DIFERENCIAS (Xfinal/Xinicial -1)		
		Agrupación	Puntuación	Tiempo	Agrupación	Puntuación	Tiempo	Agrupación	Puntuación	Tiempo	Agrupación	Puntuación	Tiempo
A	Media	17,9	43	162	21	51,6	141,5	3,1	8,6	-20,5	0,203063	0,264450	-0,110922
	Sigma	3,755	14,892	36,703	2,404	12,738	28,328	2,644	8,127	30,870	0,182	0,288	0,136
	Max	23	75	230	24	81	187	7	22	9	0,5384615	0,85	0,0671641
	Min	12	20	124	16	37	110	-2	-2	-105	-0,090901	-0,042553	-0,456527
	Coef Asim	-0,170	0,825	0,741	-0,840	1,490	0,713	-0,540	0,305	-2,700	0,178	0,923	-1,951
	Curtosis	-0,983	1,780	-0,758	0,708	2,600	-0,780	0,075	-1,064	8,111	0,002	0,225	5,491
	J.V.	0,45	2,45	1,16	1,39	6,52	1,10	0,49	0,63	39,56	0,05	1,44	18,91
B	Media	19,1	41	178,8	25,7	83,6	163,4	6,6	42,6	-15,4	0,3798473	1,2365949	-0,077711
	Sigma	3,281	13,174	28,917	1,160	6,736	20,271	3,169	14,901	16,243	0,230	0,765	0,092
	Max	25	68	223	27	91	198	11	65	22	0,7857142	2,9545454	0,157142
	Min	14	22	140	24	71	136	1	9	-36	0,04	0,1323529	-0,178217
	Coef Asim	0,102	0,742	0,145	-0,342	-0,834	0,490	-0,431	-0,940	1,196	0,263	1,197	1,984
	Curtosis	-0,053	0,886	-1,453	-1,227	-0,506	-0,504	-0,881	2,751	2,695	-0,633	2,409	5,257
	J.V.	0,02	1,25	0,92	0,82	1,27	0,51	0,63	4,63	5,41	0,28	4,81	18,08
A + B	Media	18,5	42	170,4	23,35	67,6	152,45	4,85	25,6	-17,95	0,2914555	0,7505229	-0,094318
	Sigma	3,487	13,723	33,294	3,031	19,179	26,476	3,360	20,992	24,150	0,221	0,752	0,114
	Max	25	75	230	27	91	198	11	65	22	0,7857142	2,9545454	0,157142
	Min	12	20	124	16	37	110	-2	-2	-105	-0,090909	-0,042553	-0,456527
	Coef Asim	-0,128	0,750	0,275	-0,775	-0,250	0,095	-0,041	0,318	-2,418	0,418	1,460	-1,112
	Curtosis	-0,588	0,843	-1,221	0,129	-1,661	-0,924	-0,479	-1,222	9,349	-0,159	2,696	5,774
	J.V.	0,34	2,47	1,49	2,02	2,51	0,74	0,20	1,58	92,33	0,60	13,17	31,90

Tabla I.2 Intervalos de Confianza de las Medias de las Diferencias de Resultados

I.C.M. X% : Intervalo de Confianza de la Media al "X" % de nivel de confianza

	DIFERENCIAS (Xfinal - Xinicial) Tendido			DIFERENCIAS (Xfinal/Xinicial -1) Tendido			DIFERENCIAS (Xfinal - Xinicial) En Pie			DIFERENCIAS (Xfinal/Xinicial -1) En Pie		
	Agrupación	Puntuación	Tiempo	Agrupación	Puntuación	Tiempo	Agrupación	Puntuación	Tiempo	Agrupación	Puntuación	Tiempo
Media A	1,7	13,5	-8,4	0,091	0,348	-0,048	3,1	8,6	-20,5	0,203063	0,264450	-0,11092
I.C.M.	3,04	19,37	-1,87	0,16	0,52	-0,01	4,63	13,31	-2,61	0,31	0,43	-0,03
90%	0,36	7,63	-14,93	0,02	0,18	-0,09	1,57	3,89	-38,39	0,10	0,10	-0,19
I.C.M.	3,35	20,74	-0,35	0,18	0,56	0,00	4,99	14,41	1,58	0,33	0,47	-0,01
95%	0,05	6,26	-16,45	0,01	0,14	-0,10	1,21	2,79	-42,58	0,07	0,06	-0,21
I.C.M.	4,08	23,90	3,17	0,21	0,65	0,03	5,82	16,95	11,22	0,39	0,56	0,03
99%	-0,68	3,10	-19,97	-0,03	0,05	-0,12	0,38	0,25	-52,22	0,02	-0,03	-0,25
Media B	5,5	32,2	-6,3	0,295	0,901	-0,027	6,6	42,6	-15,4	0,379847	1,236594	-0,07771
I.C.M.	7,19	42,79	5,13	0,40	1,31	0,05	8,44	51,24	-5,98	0,51	1,68	-0,02
90%	3,81	21,61	-17,73	0,19	0,49	-0,11	4,76	33,96	-24,82	0,25	0,79	-0,13
I.C.M.	7,59	45,27	7,81	0,43	1,41	0,07	8,87	53,26	-3,78	0,54	1,78	-0,01
95%	3,41	19,13	-20,41	0,16	0,39	-0,13	4,33	31,94	-27,02	0,22	0,69	-0,14
I.C.M.	8,50	50,97	13,97	0,48	1,63	0,12	9,86	57,91	1,29	0,62	2,02	0,02
99%	2,50	13,43	-26,57	0,11	0,17	-0,17	3,34	27,29	-32,09	0,14	0,45	-0,17
Media All	3,6	22,85	-7,35	0,193	0,625	-0,038	4,85	25,6	-17,95	0,2914555	0,7505229	-0,094316
I.C.M.	4,84	29,53	-1,29	0,26	0,86	0,00	6,15	33,72	-8,61	0,38	1,04	-0,05
90%	2,36	16,17	-13,41	0,12	0,39	-0,08	3,55	17,48	-27,29	0,21	0,46	-0,14
I.C.M.	5,11	30,94	-0,02	0,28	0,91	0,01	6,42	35,42	-6,65	0,40	1,10	-0,04
95%	2,09	14,76	-14,68	0,11	0,34	-0,09	3,28	15,78	-29,25	0,19	0,40	-0,15
I.C.M.	5,66	33,91	2,67	0,31	1,01	0,03	7,00	39,03	-2,50	0,43	1,23	-0,02
99%	1,54	11,79	-17,37	0,08	0,24	-0,11	2,70	12,17	-33,40	0,15	0,27	-0,17

Tabla I.3 Coeficientes de Correlación. Ambos grupos considerados conjuntamente.

	AgruTen0	PunTen0	TiemTen0	AgruTen1	PunTen1	TiemTen1	DifAgruTen	DifPunTen	DifTiemTen	AgruPie0	PunPie0	TiemPie0	AgruPie1	PunPie1	TiemPie1	DifAgruPie	DifPunPie	DifTiemPie
AgruTen0	1,000																	
PunTen0	0,808	1,000																
TiemTen0	0,211	-0,144	1,000															
AgruTen1	0,063	0,259	0,064	1,000														
PunTen1	0,066	0,395	-0,131	0,929	1,000													
TiemTen1	0,330	0,054	0,884	0,237	0,104	1,000												
DifAgruTen	-0,615	-0,332	-0,089	0,748	0,690	-0,032	1,000											
DifPunTen	-0,678	-0,556	0,013	0,604	0,543	0,044	0,928	1,000										
DifTiemTen	0,080	0,380	-0,686	0,236	0,430	-0,266	0,134	0,042	1,000									
AgruPie0	0,540	0,438	0,426	0,187	0,220	0,549	-0,211	-0,201	-0,025	1,000								
PunPie0	0,723	0,732	-0,002	0,256	0,300	0,161	-0,278	-0,397	0,255	0,524	1,000							
TiemPie0	0,061	-0,283	0,906	-0,033	-0,171	0,766	-0,066	0,104	-0,676	0,405	-0,141	1,000						
AgruPie1	0,165	0,262	0,184	0,629	0,650	0,321	0,387	0,349	0,119	0,476	0,213	0,273	1,000					
PunPie1	0,187	0,294	0,120	0,749	0,757	0,250	0,468	0,416	0,142	0,459	0,219	0,212	0,894	1,000				
TiemPie1	-0,104	-0,091	0,638	0,143	0,140	0,608	0,182	0,210	-0,367	0,438	-0,104	0,696	0,548	0,365	1,000			
DifAgruPie	-0,411	-0,218	-0,276	0,373	0,358	-0,281	0,568	0,523	0,133	-0,609	-0,352	-0,174	0,408	0,331	0,040	1,000		
DifPunPie	-0,302	-0,210	0,111	0,517	0,496	0,123	0,609	0,640	-0,037	0,077	-0,453	0,286	0,678	0,770	0,401	0,532	1,000	
DifTiemPie	-0,198	0,291	-0,550	0,202	0,389	-0,388	0,291	0,086	0,529	-0,078	0,081	-0,616	0,224	0,107	0,137	0,284	0,045	1,000

Tabla I.4 Coeficientes de Correlación del Grupo A

	AgruTen0	PunTen0	TiemTen0	AgruTen1	PunTen1	TiemTen1	DifAgruTen	DifPunTen	DifTiemTen	AgruPie0	PunPie0	TiemPie0	AgruPie1	PunPie1	TiemPie1	DifAgruPie	DifPunPie	DifTiemPie
AgruTen0	1,000																	
PunTen0	0,753	1,000																
TiemTen0	0,690	0,238	1,000															
AgruTen1	0,480	0,741	-0,087	1,000														
PunTen1	0,302	0,729	-0,332	0,888	1,000													
TiemTen1	0,783	0,390	0,976	0,011	-0,197	1,000												
DifAgruTen	-0,488	0,009	-0,753	0,531	0,592	-0,746	1,000											
DifPunTen	-0,577	-0,311	-0,775	0,253	0,424	-0,789	0,809	1,000										
DifTiemTen	-0,352	0,150	-0,870	0,293	0,574	-0,741	0,631	0,600	1,000									
AgruPie0	0,730	0,602	0,545	0,216	0,166	0,615	-0,490	-0,566	-0,288	1,000								
PunPie0	0,698	0,731	0,270	0,642	0,540	0,354	-0,036	-0,217	-0,032	0,846	1,000							
TiemPie0	0,477	-0,039	0,882	-0,462	-0,578	0,851	-0,921	-0,751	-0,789	0,520	0,109	1,000						
AgruPie1	0,455	0,670	0,316	0,201	0,319	0,371	-0,240	-0,443	-0,136	0,714	0,593	0,239	1,000					
PunPie1	0,591	0,864	0,003	0,619	0,715	0,160	0,045	-0,150	0,351	0,689	0,838	-0,091	0,689	1,000				
TiemPie1	0,110	0,053	0,520	-0,408	-0,356	0,485	-0,512	-0,564	-0,503	0,406	0,053	0,575	0,636	0,037	1,000			
DifAgruPie	-0,623	-0,245	-0,487	-0,124	0,055	-0,537	0,478	0,401	0,285	-0,771	-0,663	-0,521	-0,105	-0,352	0,002	1,000		
DifPunPie	-0,353	0,014	-0,490	-0,207	0,131	-0,398	0,135	0,163	0,608	-0,471	-0,519	-0,341	-0,006	0,032	-0,040	0,664	1,000	
DifTiemPie	-0,467	0,095	-0,571	0,175	0,361	-0,567	0,625	0,376	0,475	-0,246	-0,080	-0,661	0,299	0,142	0,233	0,622	0,369	1,000

Tabla I.4 Coeficientes de Correlación del Grupo B

	AgruTen0	PunTen0	TiemTen0	AgruTen1	PunTen1	TiemTen1	DifAgruTen	DifPunTen	DifTiemTen	AgruPie0	PunPie0	TiemPie0	AgruPie1	PunPie1	TiemPie1	DifAgruPie	DifPunPie	DifTiemPie
AgruTen0	1,000																	
PunTen0	0,889	1,000																
TiemTen0	-0,316	-0,471	1,000															
AgruTen1	-0,429	-0,238	0,119	1,000														
PunTen1	-0,070	0,260	-0,224	0,786	1,000													
TiemTen1	-0,126	-0,228	0,777	0,432	0,238	1,000												
DifAgruTen	-0,922	-0,758	0,284	0,746	0,389	0,279	1,000											
DifPunTen	-0,935	-0,895	0,375	0,604	0,197	0,342	0,949	1,000										
DifTiemTen	0,350	0,473	-0,651	0,333	0,643	-0,028	-0,115	-0,184	1,000									
AgruPie0	0,365	0,313	0,253	-0,170	0,089	0,435	-0,343	-0,277	0,122	1,000								
PunPie0	0,749	0,784	-0,322	0,047	0,416	-0,031	-0,532	-0,604	0,475	0,159	1,000							
TiemPie0	-0,437	-0,592	0,965	0,014	-0,354	0,633	0,328	0,438	-0,769	0,174	-0,465	1,000						
AgruPie1	0,241	-0,063	-0,171	-0,008	-0,086	0,142	-0,181	0,024	0,443	0,272	0,175	-0,201	1,000					
PunPie1	0,324	-0,015	0,156	-0,380	-0,422	0,220	-0,402	-0,180	0,017	0,475	-0,018	0,154	0,652	1,000				
TiemPie1	-0,360	-0,344	0,878	0,170	0,043	0,769	0,338	0,369	-0,467	0,415	-0,291	0,839	-0,325	-0,083	1,000			
DifAgruPie	-0,290	-0,347	-0,325	0,174	-0,124	-0,399	0,289	0,295	0,035	-0,936	-0,101	-0,253	0,085	-0,253	-0,549	1,000		
DifPunPie	-0,516	-0,700	0,356	-0,213	-0,559	0,127	0,289	0,453	-0,412	0,074	-0,892	0,480	0,140	0,468	0,219	-0,025	1,000	
DifTiemPie	0,328	0,625	-0,622	0,187	0,685	-0,168	-0,162	-0,318	0,785	0,209	0,464	-0,734	-0,048	-0,378	-0,245	-0,234	-0,581	1,000

Tabla I.5. Contrastes sobre Diferencias de Medias. Tiro en Posición Tendido.

		TEST INICIAL TENDIDO			TEST Final Tendido			DIFERENCIAS (Xfinal - Xinicial)			DIFERENCIAS (Xfinal/Xinicial -1)		
		Agrupación	Puntuación	Tiempo	Agrupación	Puntuación	Tiempo	Agrupación	Puntuación	Tiempo	Agrupación	Puntuación	Tiempo
Contraste de la Diferencia de Medias con Sigma desconocida (iguales)	var(total)	4,806	261,667	1085,428	3,428	134,317	603,156	6,922	218,117	257,806	0,024	0,296	0,012
	Grados libertad	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
	Est. Contraste	0,306	0,332	0,468	4,227	4,071	0,819	3,230	2,831	0,292	2,947	2,274	0,414
	nivel significación	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
	Valor critico	2,101	2,101	2,101	2,101	2,101	2,101	2,101	2,101	2,101	2,101	2,101	2,101
	Rdo test	No Rechazo	No Rechazo	No Rechazo	Rechazo Ho	Rechazo Ho	No Rechazo	Rechazo Ho	Rechazo Ho	No Rechazo	Rechazo Ho	Rechazo Ho	No Rechazo
	nivel significación	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	Valor critico	2,878	2,878	2,878	2,878	2,878	2,878	2,878	2,878	2,878	2,878	2,878	2,878
	Rdo test	No Rechazo	No Rechazo	No Rechazo	Rechazo Ho	Rechazo Ho	No Rechazo	Rechazo Ho	No Rechazo	No Rechazo	Rechazo Ho	No Rechazo	No Rechazo
	nivel significación	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Contraste de la Diferencia de Medias con Sigma desconocida (distintas)	Valor critico	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734	1,734
	Rdo test	No Rechazo	No Rechazo	No Rechazo	Rechazo Ho	Rechazo Ho	No Rechazo	Rechazo Ho	Rechazo Ho	No Rechazo	Rechazo Ho	Rechazo Ho	No Rechazo
	var(m1-m2)	0,961	52,333	217,086	0,686	26,863	120,631	1,384	43,623	51,561	0,005	0,059	0,002
	Grados libertad	17,974	16,377	17,834	13,902	14,733	17,930	17,111	14,052	14,302	15,456	11,960	13,339
	Est. Contraste	0,306	0,332	0,468	4,227	4,071	0,819	3,230	2,831	0,292	2,947	2,274	0,414
	nivel significación	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
	Valor critico	2,110	2,120	2,110	2,160	2,145	2,110	2,110	2,145	2,145	2,131	2,201	2,160
	Rdo test	No Rechazo	No Rechazo	No Rechazo	Rechazo Ho	Rechazo Ho	No Rechazo	Rechazo Ho	Rechazo Ho	No Rechazo	Rechazo Ho	Rechazo Ho	No Rechazo
	nivel significación	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	Valor critico	2,898	2,921	2,898	3,012	2,977	2,898	2,898	2,977	2,977	2,947	3,106	3,012
	Rdo test	No Rechazo	No Rechazo	No Rechazo	Rechazo Ho	Rechazo Ho	No Rechazo	Rechazo Ho	No Rechazo	No Rechazo	No Rechazo	No Rechazo	No Rechazo
	nivel significación	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	Valor critico	1,740	1,746	1,740	1,771	1,761	1,740	1,740	1,761	1,761	1,753	1,796	1,771
	Rdo test	No Rechazo	No Rechazo	No Rechazo	Rechazo Ho	Rechazo Ho	No Rechazo	Rechazo Ho	Rechazo Ho	No Rechazo	Rechazo Ho	Rechazo Ho	No Rechazo

Tabla I.6. Contrastes sobre Diferencias de Medias. Tiro en Posición de Pie.

		TEST INICIAL DE PIE			TEST Final DE PIE			DIFERENCIAS (Xfinal - Xinicial)			DIFERENCIAS (Xfinal/Xinicial -1)		
		Agrupación	Puntuación	Tiempo	Agrupación	Puntuación	Tiempo	Agrupación	Puntuación	Tiempo	Agrupación	Puntuación	Tiempo
Contraste de la Diferencia de Medias con Sigma desconocida (iguales)	var(total)	12,433	197,667	1091,644	3,561	103,822	606,717	8,517	144,044	608,383	0,043	0,334	0,013
	Grados libertad	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
	Est. Contraste	0,761	0,318	1,137	5,569	7,022	1,988	2,682	6,335	0,462	1,906	3,759	0,640
	nivel significación	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
	Valor critico	2,101	2,101	2,101	2,101	2,101	2,101	2,101	2,101	2,101	2,101	2,101	2,101
	Rdo test	No Rechazo	No Rechazo	No Rechazo	Rechazo Ho	Rechazo Ho	No Rechazo	Rechazo Ho	Rechazo Ho	No Rechazo	No Rechazo	Rechazo Ho	No Rechazo
	nivel significación	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	Valor critico	2,878	2,878	2,878	2,878	2,878	2,878	2,878	2,878	2,878	2,878	2,878	2,878
	Rdo test	No Rechazo	No Rechazo	No Rechazo	Rechazo Ho	Rechazo Ho	No Rechazo	No Rechazo	Rechazo Ho	No Rechazo	No Rechazo	Rechazo Ho	No Rechazo
	nivel significación	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Contraste de la Diferencia de Medias con Sigma desconocida (distintas)	var(m1-m2)	2,487	39,533	218,329	0,712	20,764	121,343	1,703	28,809	121,677	0,009	0,067	0,003
	Grados libertad	17,682	17,736	17,065	12,973	13,669	16,302	17,439	13,919	13,629	17,113	11,504	15,855
	Est. Contraste	0,761	0,318	1,137	5,569	7,022	1,988	2,682	6,335	0,462	1,906	3,759	0,640
	nivel significación	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
	Valor critico	2,110	2,110	2,110	2,179	2,160	2,120	2,110	2,160	2,160	2,110	2,201	2,131
	Rdo test	No Rechazo	No Rechazo	No Rechazo	Rechazo Ho	Rechazo Ho	No Rechazo	Rechazo Ho	Rechazo Ho	No Rechazo	No Rechazo	Rechazo Ho	No Rechazo
	nivel significación	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	Valor critico	2,898	2,898	2,898	3,055	3,012	2,921	2,898	3,012	3,012	2,898	3,106	2,947
	Rdo test	No Rechazo	No Rechazo	No Rechazo	Rechazo Ho	Rechazo Ho	No Rechazo	No Rechazo	Rechazo Ho	No Rechazo	No Rechazo	Rechazo Ho	No Rechazo
	nivel significación	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	Valor critico	1,740	1,740	1,740	1,782	1,771	1,746	1,740	1,771	1,771	1,740	1,796	1,753
	Rdo test	No Rechazo	No Rechazo	No Rechazo	Rechazo Ho	Rechazo Ho	Rechazo Ho	Rechazo Ho	Rechazo Ho	No Rechazo	Rechazo Ho	Rechazo Ho	No Rechazo

Tabla I.7. Análisis de Regresión Múltiple.

Dependent Variable: DIFAGRUTEN

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	11.86192	5.231087	2.267581	0.0376
GRUPO	18.38808	7.483981	2.456993	0.0258
AGRUTEN0	-0.505568	0.258819	-1.953366	0.0685
GRUPO*AGRUTEN0	-0.744432	0.373213	-1.994655	0.0634
R-squared	0.755469	Mean dependent var	3.600000	
Adjusted R-squared	0.709620	S.D. dependent var	3.218368	
S.E. of regression	1.734280	Akaike info criterion	4.115918	
Sum squared resid	48.12361	Schwarz criterion	4.315064	
Log likelihood	-37.15918	Hannan-Quinn criter.	4.154793	
F-statistic	16.47717	Durbin-Watson stat	1.882684	
Prob(F-statistic)	0.000038			

Dependent Variable: DIFPUNTEN

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	24.11651	11.04894	2.182699	0.0443
GRUPO	50.05401	14.01442	3.571607	0.0025
PUNTEN0	-0.234879	0.235329	-0.998086	0.3331
PUNTEN0*GRUPO	-0.646855	0.290240	-2.228690	0.0405
R-squared	0.748038	Mean dependent var	22.85000	
Adjusted R-squared	0.700795	S.D. dependent var	17.28180	
S.E. of regression	9.453081	Akaike info criterion	7.507415	
Sum squared resid	1429.772	Schwarz criterion	7.706561	
Log likelihood	-71.07415	Hannan-Quinn criter.	7.546290	
F-statistic	15.83387	Durbin-Watson stat	2.069026	
Prob(F-statistic)	0.000048			

Dependent Variable: DIFTIEMTEN

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	31.58333	16.71988	1.888969	0.0772
GRUPO	22.67700	25.45760	0.890775	0.3862
TIEMTEN0	-0.283973	0.115665	-2.455120	0.0259
GRUPO*TIEMTEN0	-0.126050	0.172090	-0.732465	0.4745
R-squared	0.508234	Mean dependent var	-7.350000	
Adjusted R-squared	0.416028	S.D. dependent var	15.66516	
S.E. of regression	11.97101	Akaike info criterion	7.979710	
Sum squared resid	2292.882	Schwarz criterion	8.178856	
Log likelihood	-75.79710	Hannan-Quinn criter.	8.018585	
F-statistic	5.511941	Durbin-Watson stat	1.843444	
Prob(F-statistic)	0.008559			

Dependent Variable: DIFAGRUTEN

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
GRUPO	3.567689	0.865342	4.122863	0.0008
AGRUTEN0	-0.869383	0.207422	-4.191377	0.0007
ANTIGU	0.057007	0.125126	0.455597	0.6548
C	18.67294	4.289730	4.352941	0.0005
R-squared	0.698574	Mean dependent var	3.600000	
Adjusted R-squared	0.642056	S.D. dependent var	3.218368	
S.E. of regression	1.925499	Akaike info criterion	4.325103	
Sum squared resid	59.32072	Schwarz criterion	4.524250	
Log likelihood	-39.25103	Hannan-Quinn criter.	4.363979	
F-statistic	12.36032	Durbin-Watson stat	1.964633	
Prob(F-statistic)	0.000195			

Tabla I.7. Análisis de Regresión Múltiple (continuación).

Dependent Variable: DIFAGRUPIE

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	12.81875	2.453691	5.224274	0.0001
GRUPO	11.04812	3.858123	2.863599	0.0113
AGRUPIE0	-0.542947	0.134441	-4.038546	0.0010
GRUPO*AGRUPIE0	-0.361078	0.204315	-1.767257	0.0962
R-squared	0.828952	Mean dependent var	4.850000	
Adjusted R-squared	0.796880	S.D. dependent var	3.360373	
S.E. of regression	1.514479	Akaike info criterion	3.844877	
Sum squared resid	36.69837	Schwarz criterion	4.044024	
Log likelihood	-34.44877	Hannan-Quinn criter.	3.883753	
F-statistic	25.84698	Durbin-Watson stat	1.178451	
Prob(F-statistic)	0.000002			

Dependent Variable: DIFTIEMPIE

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	69.54602	28.96498	2.401038	0.0289
GRUPO	-11.27442	49.49538	-0.227787	0.8227
TIEMPIE0	-0.555840	0.174804	-3.179787	0.0058
GRUPO*TIEMPIE0	0.143806	0.282461	0.509119	0.6176
R-squared	0.465076	Mean dependent var	-17.95000	
Adjusted R-squared	0.364778	S.D. dependent var	24.14970	
S.E. of regression	19.24750	Akaike info criterion	8.929496	
Sum squared resid	5927.463	Schwarz criterion	9.128643	
Log likelihood	-85.29496	Hannan-Quinn criter.	8.968372	
F-statistic	4.636936	Durbin-Watson stat	1.705794	
Prob(F-statistic)	0.016190			

Dependent Variable: DIFPUNPIE

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
GRUPO	32.79651	3.928481	8.348396	0.0000
PUNPIE0	-0.601743	0.146855	-4.097522	0.0008
C	34.47493	6.895632	4.999531	0.0001
R-squared	0.844202	Mean dependent var	25.60000	
Adjusted R-squared	0.825872	S.D. dependent var	20.99223	
S.E. of regression	8.759765	Akaike info criterion	7.315696	
Sum squared resid	1304.469	Schwarz criterion	7.465056	
Log likelihood	-70.15696	Hannan-Quinn criter.	7.344853	
F-statistic	46.05767	Durbin-Watson stat	2.282986	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Tabla I.7. Análisis de Regresión Múltiple (continuación).

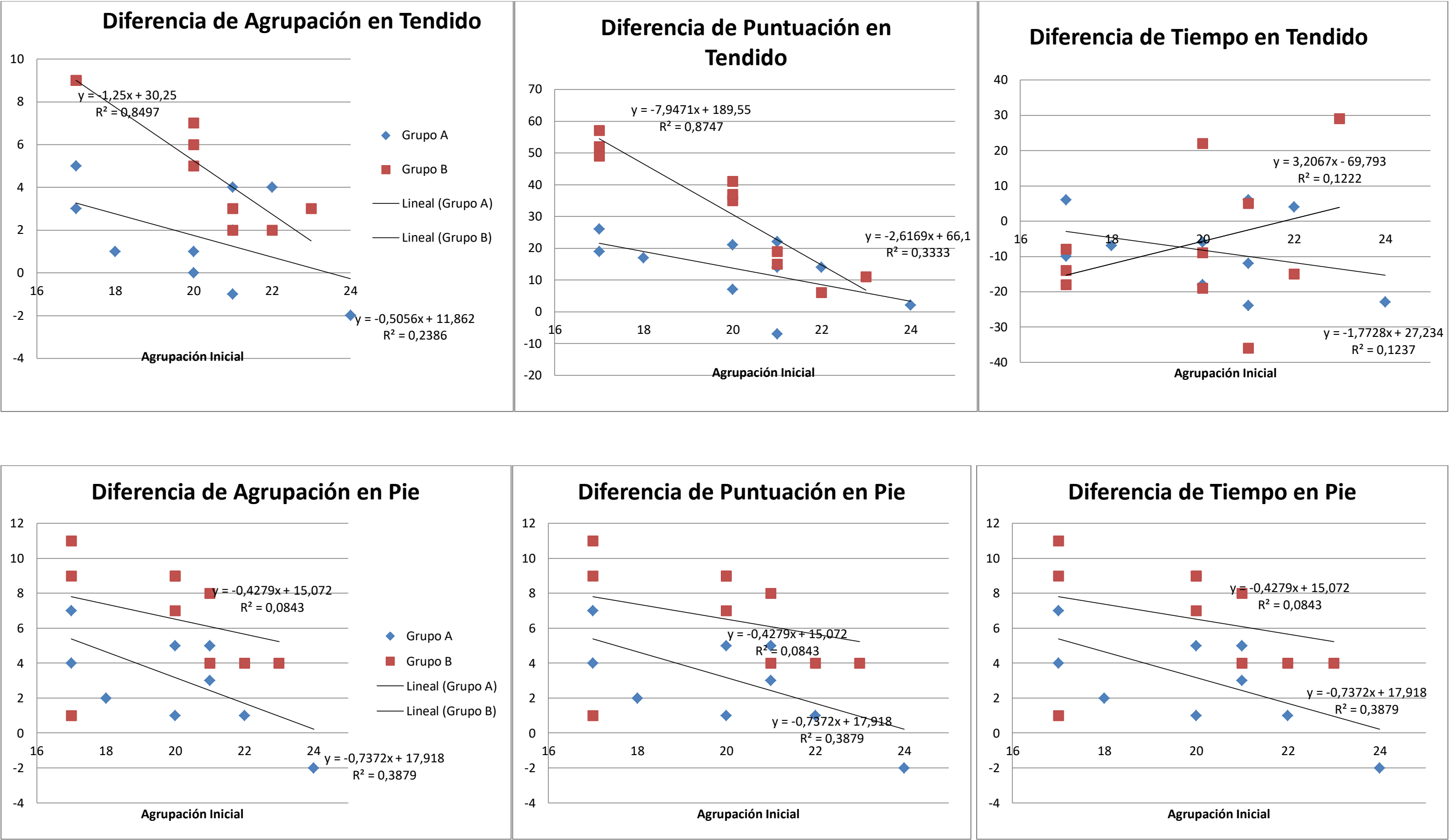
Dependent Variable: PUNTEN1

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	24.11651	11.04894	2.182699	0.0443
GRUPO	50.05401	14.01442	3.571607	0.0025
PUNTEN0	0.765121	0.235329	3.251284	0.0050
PUNTEN0*GRUPO	-0.646855	0.290240	-2.228690	0.0405
R-squared	0.692108	Mean dependent var	69.25000	
Adjusted R-squared	0.634379	S.D. dependent var	15.63355	
S.E. of regression	9.453081	Akaike info criterion	7.507415	
Sum squared resid	1429.772	Schwarz criterion	7.706561	
Log likelihood	-71.07415	Hannan-Quinn criter.	7.546290	
F-statistic	11.98878	Durbin-Watson stat	2.069026	
Prob(F-statistic)	0.000230			

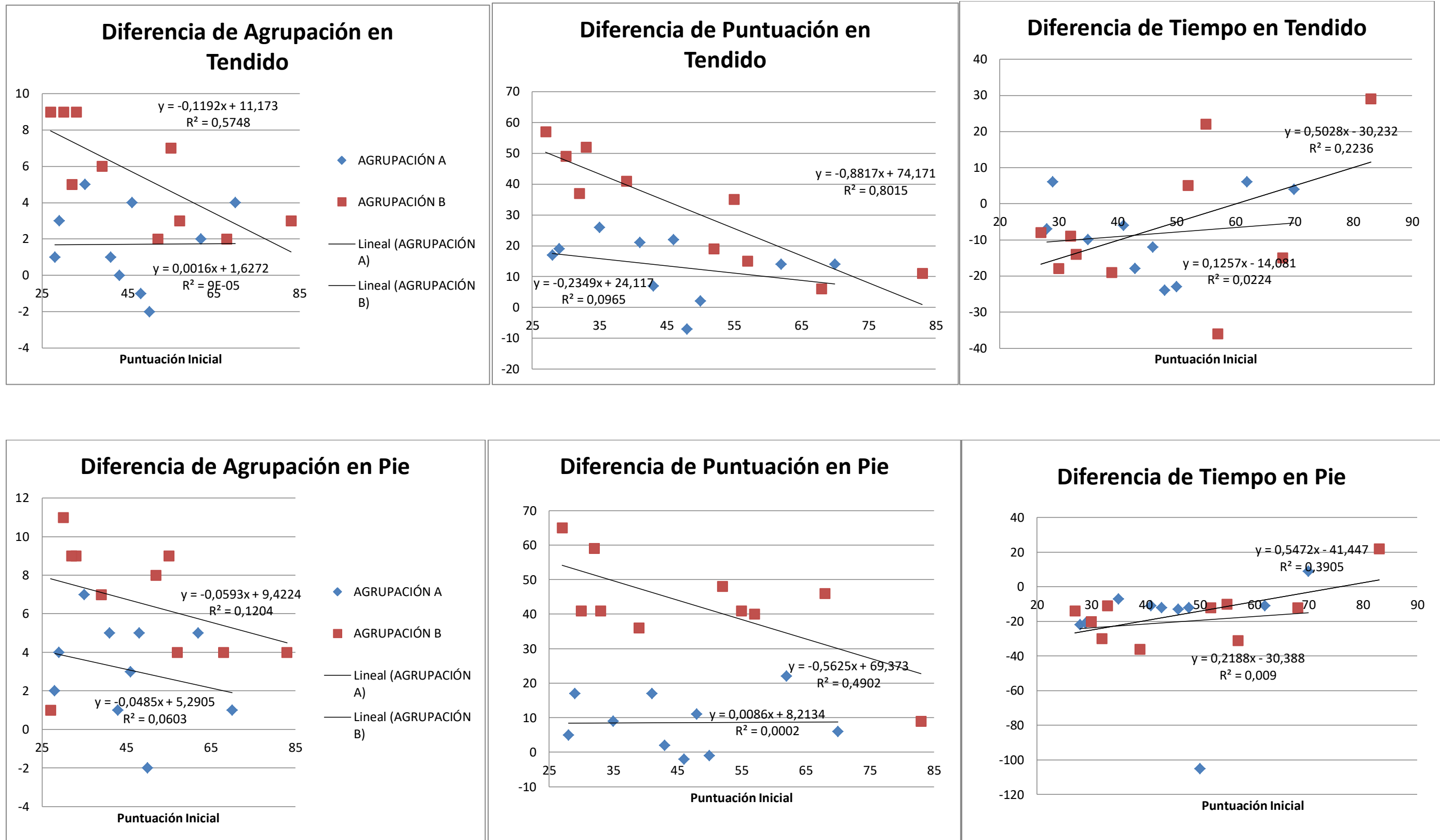
Dependent Variable: AGRUTEN1

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	11.86192	5.231087	2.267581	0.0376
GRUPO	18.38808	7.483981	2.456993	0.0258
AGRUTEN0	0.494432	0.258819	1.910340	0.0742
AGRUTEN0*GRUPO	-0.744432	0.373213	-1.994655	0.0634
R-squared	0.608592	Mean dependent var	23.55000	
Adjusted R-squared	0.535203	S.D. dependent var	2.543826	
S.E. of regression	1.734280	Akaike info criterion	4.115918	
Sum squared resid	48.12361	Schwarz criterion	4.315064	
Log likelihood	-37.15918	Hannan-Quinn criter.	4.154793	
F-statistic	8.292688	Durbin-Watson stat	1.882684	
Prob(F-statistic)	0.001484			

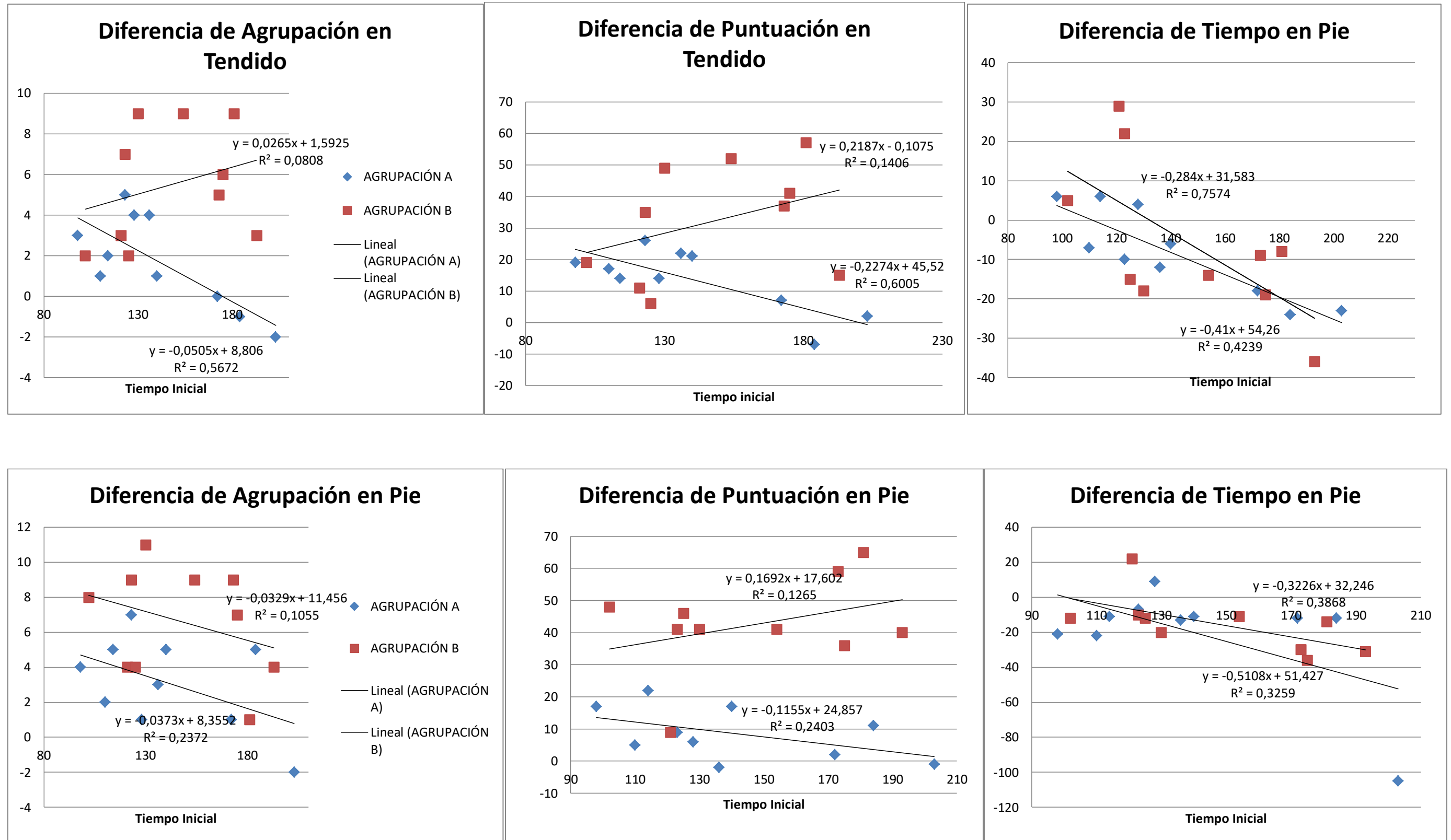
Gráficas de mejora respecto a la Agrupación Inicial.



Gráficas de mejora respecto a la Puntuación Inicial.



Gráficas de mejora respecto al Tiempo Inicial.



Gráficas de mejora respecto a la Antigüedad.

